

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Liberec 2008**

**TEREZA PECHÁČKOVÁ**

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

**KOMFORT LÉKAŘSKÝCH  
KOMPRESNÍCH PUNČOCH**

*COMFORT OF COMPRESSIVE  
MEDICAL STOCKINGS*

**Liberec 2008**

**TEREZA PECHÁČKOVÁ**

**BP: KOD - 266**

**Bakalářský studijní program:** B307 TEXTIL

**Studijní obor:** Technologie a řízení oděvní výroby

**Autor:** Tereza Pecháčková

**Vedoucí BP:** Doc. Ing. Eliška Chrpová CSc.

**Konzultant:** Prof. Dr. Arzu Marmarali

**Počet stran :** 43

**Počet obrázků :** 7

**Počet tabulek :** 9

**Počet grafů:** 4

**Počet příloh :** 1

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Elišce Chrpové CSc. a konzultantce Prof. Dr. Arzu Marmarali za odbornou pomoc a konzultace k této práci.

Dále bych chtěla poděkovat firmě ELAS s r.o. v Hrádku nad Nisou za spolupráci a poskytnutí vzorků, a EGE Univerzitě v Turecku za příjemnou spolupráci a za poskytnutí potřebných informací.

## **Anotace**

Rešeršní část obsahuje obecný přehled lékařských kompresních punčoch, jejich užití a mechanické vlastnosti. Dále je zde popsána kompresivní terapie a funkce lékařských punčoch. I. experimentální část je zaměřena na vliv elastanu na vlastnosti lékařských punčoch. Vzorky pruženek byly pleteny na pletařském stroji RD Müller, který je v této části také popsán. Experiment spočíval v záměně prodloužení elastanové osnovy a rychlosti odváděcího válce. II. Experimentální část se zabývá měřením vlastností lékařských punčoch, jako je propustnost vodních par, tepelné vlastnosti, prodyšnost, atd. V závěru najdete porovnání dvou odlišných kompresních punčoch a vliv elastanu na vlastnosti lékařských punčoch. Přílohu tvoří grafy prodloužení pruženek s různým nastavením prodloužení osnovy a různým nastavením rychlosti odváděcích válců a originál II. experimentu v angličtině se vzorky lékařských punčoch.

## **Annotation**

A background research includes a common survey of compression stockings and their using and mechanical properties. Subsequently, compression therapy and function of stockings are described. The experimental part is focused on the influence of elastan on the elastic characteristics. Samples of elastic were made on Knitting machine RD Müller which is also described in this part. Experiment was based on the change of extension of latex yarn and number of wefts threads in maximum tension to 10 mm. II. Experimental part deals with measurements of properties of compressions stockings (for example: Water vapor permeability, thermal properties, air permeability). Finally, you will find the comparison of two different kind of stockings and influence of elastan on properties of these stockings. Diagrams of extension elastic and original text about II. experiment are in the enclosure.

## **Klíčová slova**

Lékařské kompresní punčochy, elastanová příze, Alambeta, Permetest

## **Key words**

Compressing stockings, elastan yarn, Alambeta, Permetes

### **Místopřísežné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Doc. Ing. Elišky Chrpové CSc. a konzultantky Prof.

Dr. Arzu Marmarali s použitím odborné literatury.

# OBSAH:

OBSAH:	8
Seznam použitých zkratk a symbolů	10
1 ÚVOD	11
2 REŠERŽNÍ ČÁST	12
2.1 Kompresivní terapie	12
2.2 Požadavky na lékařské kompresní punčochy	12
2.3 Funkce kompresivních zdravotních punčoch	13
2.4 Dělení kompresivních elastických punčoch (KEP)	14
2.4.1 Dle komprese jsou rozlišovány 4 kompresní třídy	14
2.4.2 Dle typu	15
2.5 Vlastnosti kompresivních elastických punčoch	15
2.5.1 Užité vlastnosti	15
2.5.2 Mechanické vlastnosti	16
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST I	18
3.1 RD pletářský stroj - Müller	18
3.1.1 Pracovní ústrojí, očkotvorný mechanismus (Obr.3)	19
3.1.2 Schéma převodů ozubených kol	20
3.1.3 Schéma příváděcího a odváděcího ústrojí	20
3.2 Popis testované pruženky	21
3.2.1 Počet útků na 1m (cm)	21
3.2.2 Prodloužení elastanové nitě	21
3.3 Měření prodloužení vzorků	23
3.4 Analýza výsledků	26
3.4.1 Porovnání inflexního bodu na křivce napětí deformace	26
3.4.2 Vliv elastanu na vlastnosti	28
3.5 Závěr	30
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST II	31
4.1 Popis testovaných kompresních punčoch	31
4.2 Prodyšnost	31
4.2.1 FX3300 Air Permeability Tester III	32
4.3 Hmotnost	33
4.4 Tepelné vlastnosti	34



4.4.1 Měřicí přístroj Alambeta.....	34
4.4.2 Tloušťka materiálu.....	35
4.4.3 Měrná tepelná vodivost [ $\lambda$ ].....	35
4.4.4 Tepelná jímavost [b] .....	35
4.4.5 Tepelný odpor [r].....	36
4.4.6 Naměřené hodnoty tepelných vlastností a tloušťky materiálu.....	36
4.5 Délka oka .....	37
4.5.1 Hustota pleteniny.....	38
4.6 Propustnost vodních par.....	38
4.6.1 Měřicí přístroj Permetest .....	38
4.7 Závěr.....	40
5 ZÁVĚR.....	41
6 VYSVĚTLIVKY.....	42
6.1 Vysvětlení použitých termínů.....	42
7 POUŽITÁ LITERATURA.....	43

## Seznam použitých zkratk a symbolů

$n$	= poměr napínacích válců proměnných
$v_o$	= rychlost odváděcích válců
$v_n$	= rychlost napínacích válců
$d_o$	= průměr válce odváděcího
$d_n$	= průměr válce podávacího
$f_o$	= frekvence odváděcího válce
$f_n$	= frekvence napínacího válce
$\sigma$	= napětí
$POZ_n$	= poměry ozubených kol napínacích válců
$POZ_o$	= poměry ozubených kol odváděcích válců
$x$	= průměrná hodnota (statistika)
$s^2$	= rozptyl nebo-li variace (statistika)
$s$	= směrodatná odchylka (statistika)
$Q$	= množství vedeného tepla
$F$	= oblast, skrz kterou je teplo vedeno
$\tau$	= doba ohřevu
$\Delta T$	= ochlazení
$h, \sigma$	= síla (tloušťka) materiálu
$\lambda$	= tepelná vodivost
$\rho$	= hustota materiálu
$c$	= měřené teplo materiálu
kPa	= jednotka tlaku, kiloPascal, 1 kPa = 7,5 mmHg
mmHg	= jednotka tlaku, milimetr rtuťového sloupce, 1 mmHg = 0,133 kPa

# 1 ÚVOD

Komfort kompresních lékařských punčoch je převážně důležitější pro pacienty než lékaře. Ti, co nosí kompresní punčochy preventivně a chtějí vypadat dobře, dbají na estetickou stránku těchto punčoch. A dále pro pacienty s mnohem většími problémy s žilním onemocněním je důležité, aby se kompresní punčochy snadno navlékaly, byly pohodlné, dostupné a hlavně aby plnily svou léčebnou funkci. Tuto funkci lépe zajišťují kompresivní obvazy. U nich se dá regulovat komprese v místě potřebném, ale náročnost fyzická a časová při jejich aplikaci, je jejich nevýhodou. A proto by bylo ideální spojit tyto dva druhy léčby.

Bakalářskou práci tvoří dvě části. V první části jsou popsány kompresní elastické punčochy. Najdete zde jejich funkci, dělení dle komprese a typu, vlastnosti užité či mechanické.

Cílem druhé, experimentální části, je měření vybraných vlastností a následný vliv elastanu na vlastnosti kompresních punčoch.

Pro experiment č.1 je za potřeby tvorby vzorků na pletářském stroji firmy ELAS s.r.o. s různou rychlostí odtahových válců a různým prodloužením osnovní elastomerové nitě. Zde se i testuje jejich maximální prodloužení.

Experiment č.2 přímo pojednává o vlastnostech kompresních lékařských punčoch měřených na přístroji ALAMBETA a PERMETEST v laboratoři Textilní fakulty EGE University a jejich následné vyhodnocení.

## **2 REŠERŽNÍ ČÁST**

### **Kompresní zdravotní punčochy**

#### **2.1 Kompresivní terapie**

Kompresivní terapie je základní léčebnou metodou poruch žilního a lymfatického oběhu (tvoření křečových žil, syndrom diabetické nohy, mízní otoky končetin,...). Je nezbytná pro chirurgické obory k zajištění pooperačních prevencí, po skleroterapii, u dlouhodobě ležících pacientů, v těhotenství a ve stáří.

V průběhu posledních sto let těchto onemocnění nadměrně přibývá. Křečové žíly a jejich komplikace se stávají mnohdy neuvěřitelným problémem. K jejich vzestupu dochází pravděpodobně stylem života civilizovaných zemí. Ubývá pohybu a přibývá sezení v autech, u počítačů či televize a sport je málokdy na prvním místě.

Cílem této terapie je omezit průtok chorobně změněnými povrchními žilami do hlubokých, zvýšit průtok hlubokým žilním systémem a zmenšit doprovodný odtok.[1]

Při onemocnění žilního systému je naprosto nezbytná důsledná komprese dosažená elastickými obinadly nebo kompresními zdravotními punčochami. Mechanismus účinku kompresivního obvazu je jednoduchý. Obepíná končetinu po celém jejím obvodu natolik pevným tlakem, že se chorobně rozšířené žíly opět zúží a díky tomu se žilní chlopně stávají domykavými, mohou se opět uzavírat a tím se zvýší rychlost proudění žilní krve a normalizuje se zpětný návrat krve směrem k srdci. Otoky se zmenšují a zlepšuje se hojení bércových vředů a i zároveň se zmenšuje riziko trombózy.

Kompresce slouží i jako pevná opora svalů dolní končetiny a tím zlepšuje výkon přirozené žilní pumpy, svalů a kloubů.[2]

#### **2.2 Požadavky na lékařské kompresní punčochy**

Spojení všech možných požadavků na určitou věc je málo kdy splnitelné a pro všechny uspokojující. Lékařské punčochy jsou spíše nošeny z estetického hlediska a z důvodu snadnější manipulace při navlékání než tomu je u elastických obinadel. Ale oproti tomu elastická obinadla lépe plní svou léčebnou funkci. Tlak se dá regulovat

přímo na noze a jsou určeny pro všechny typy postavy. Ale bohužel jeho náročnost aplikování a estetický vzhled je mínusem pro nejen dlouhodobé nošení.

Pohodlnost kompresních punčoch je podle mého mínění o návyku na tento druh denního oblečení. Jestli se musí nosit a nebo se nosí pro své vlastní dobro. Ale určitě jsou asi pohodlnější než elastická obinadla, která mohou klouzat dolů při chůzi a jejich upravení, srovnání je velmi zdoluhavé.

Dostupnost informací o volbě lékařských kompresních punčoch není v této době až tak špatná a lze si vybrat od různých společností přes barvu až po druh punčoch samostatně. Lékařské kompresní punčochy mohou být na předpis, kde můžete dopláct už od 50kč. Dostupnost punčoch bez předpisu je také snadná, ale je nutné si více připlatit. Podle druhu punčoch a výrobců se cena pohybuje od 200kč po 2000kč, ale za tuto cenu lze už zhotovit punčochy na míru.

Přímo v České Republice máme firmy, které se zabývají žilním onemocněním a kompresními pomůckami. Jsou to např. Maxis ([www.maxis-medica.cz](http://www.maxis-medica.cz)), Varitex ([www.varitex.cz](http://www.varitex.cz)), Deona medi ([www.deonamedic.cz](http://www.deonamedic.cz)), Sigvaris ([www.sigvaris.cz](http://www.sigvaris.cz)), Aries a.s. ([www.aries-hosiery.cz](http://www.aries-hosiery.cz)).

## **2.3 Funkce kompresivních zdravotních punčoch**

Kompresivní terapie slouží k prevenci a léčbě onemocnění žil a lymfatických cév. Nejčastěji je komprese využívána při léčbě chronické žilní nedostatečnosti. Optimální komprese lze docílit elastickými obinadly nebo kompresivními elastickými punčochami. Pomocí tlaku lze usměrnit tok v povrchových a hlubokých žilách a to zvýšením průtoku hlubokým žilním systémem a zmenšením doprovodného otoku. Tam kde je končetina nejvíce zatěžována (oblast kolem kotníků) musí působit nejvyšší tlak – oblast B 100%. Směrem od kotníků na horu se tlak snižuje. V oblasti D kolem kolene je tlak 70%, oblast F střed stehenní části je 50% a v místě nejvyšší části stehna oblasti G je 40% komprese. ( Obr.1 ) [8]

Díky kompresi se chorobně rozšířené žíly opět zúží a žilní chlopně se stávají domykavými, mohou se opět uzavírat a tím se zvýší rychlost proudění žilní krve a celý koloběh k srdci. Dále i otoky se zmenšují, zlepšuje se hojení bércových vředů a i zároveň se zmenšuje riziko trombózy. Komprese slouží i jako pevná opora svalů a zlepšuje výkon přirozené žilní pumpy, svalů a kloubů. [2]

## 2.4 Dělení kompresivních elastických punčoch (KEP)

Kompresní elastické punčochy se dělí podle několika kritérií. Podle kompresní třídy (rozdělení vážnosti onemocnění), dále ze strany diagnózy (určení typu onemocnění) a podle výšky punčochy.

### 2.4.1 Dle komprese jsou rozlišovány 4 kompresní třídy

Především se používají III. kompresní třídy. Nejčastějším onemocněním je II. kompresní třída. Čím závažnější je onemocnění tím se používá vyšší třída na kompresivní terapii.

#### *I. Kompresní třída*

Tyto punčochy se používají preventivně např. jsou vhodné na delší cesty, pro prevenci tromboembolické choroby u operovaných a dlouhodobě ležících pacientů. Nejsou hrazeny zdravotní pojišťovnou.

#### *II. Kompresní třída*

Tato třída je určena pro prevenci, výraznou zátěž (jakou je např. práce trvale ve stoje), dále v časném pooperačním období nebo v průběhu skleroterapie. Může ji předepisovat praktický lékař a je hrazena zdravotní pojišťovnou.

#### *III. Kompresní třída*

Punčochy se využívají při léčbě žilní nedostatečnosti těžšího stupně, je vhodná i pro léčbu lymfedému, výjimečně také při skleroterapii velkých varixů. Může ji předepisovat pouze lékař specialista a opět je hrazena zdravotní pojišťovnou.

#### *IV. Kompresní třída*

Použití punčoch IV. kompresní třídy je vyžadováno při velmi těžké žilní nedostatečnosti, lymfedému nebo úporných otocích. Předepisují se velice zřídka a pouze odborným lékařem.

## 2.4.2 Dle typu

- a) punčochy lýtkové – podkolenky
- b) punčochy polostehenní (mohou mít navíc neklouzavé zakončení -samodržicí lem nebo krajku)
- c) punčochy stehenní (mohou mít navíc neklouzavé zakončení - samodržicí lem nebo krajku)
- d) punčochy s uchycením v pase
- e) punčochové kalhoty - pro muže i ženy
- f) punčochové kalhoty pro těhotné
- g) punčochy se špičkou nebo bez špičky [8]

## 2.5 Vlastnosti kompresivních elastických punčoch

### 2.5.1 Užití vlastností

#### Trvanlivost

Je jednou z nejdůležitějších vlastností punčoch, kterou je dosahováno správnou volbou materiálů, konstrukcí a metodami výroby punčoch. Trvanlivost je schopnost uchovávání vlastností punčoch jak během nošení tak i po opakovatelném praní. Komprese by měla při normálním užití punčoch trvat po dobu 6 měsíců. Špatný způsob praní, použití mastí či prudké teplo punčochy poškozuje. [4]

#### Estetické vlastnosti

Estetika (z řeckého slova aisthetikos - vnímavost, cit (pro krásu)) je filosofická disciplína zabývající se krásnem a jeho působením na člověka, lidským vnímáním pocitů a dojmů. Podle Platóna je krásno sepestím dobra, pravdy a krásy. Proto tyto vlastnosti jsou především důležité pro uživatele, kde nošení kompresních punčoch je

neodmyslitelnou součástí každodenního života (např. barva, materiál, celkový vzhled, atd.). [8]

### Fyziologické vlastnosti

Tyto vlastnosti jsou spjaty s komfortem a nošením kompresních punčoch. Neměly by vyvolávat psychologický diskomfort, ale přinášet pocit komfortu uživateli při užívání kompresních oděvů. Mezi fyziologické vlastnosti patří snadná manipulace při oblékání, příjemný omak, nízký tepelný odpor, prodyšnost, savost, propustnost vodních par, vysychavost, atd. [4]

## **2.5.2 Mechanické vlastnosti**

### Tažnost

Tažnost je stupeň napínání punčoch v příčném nebo podélném směru, vyjádřený jako procenta prodloužení punčoch. Jejich roztažnost musí být dostatečná, do šířky 120% a do délky 30% původní velikosti. Tažnost do šířky je nezbytná obzvláště při navlékání přes hlezenní kloub (osa y ( Obr.1 )). [1]

### Praktické protažení

Je procentuální protažení punčochy po obvodu, které závisí na typu pleteniny. Používá se při zkoušení vlastností kompresních punčoch na modelové noze.

### Rozložení tlaku

K vyvolání správného tlaku kompresní punčochy, musíme působit nejvyšším tlakem tam, kde je končetina nejvíce zatěžována, tj. oblast kolem kotníků - oblast B 100%. Postupně tlak musí být snižován směrem nahoru. ( Obr.1 ) [1]

### Komprese

Je tlak vyvolaný kompresní punčochou na nohu.

### Pružnost

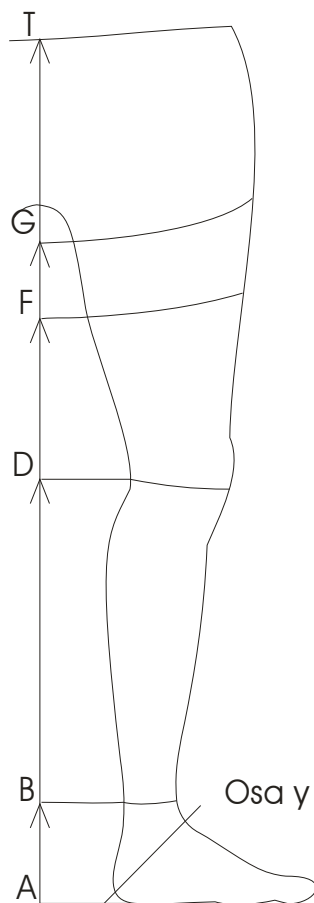
Pružnost neboli elasticita je schopnost tělesa po odstranění vnější síly vrátit se do původního stavu. U pleteniny pružnost závisí na elastické niti, vazbě a hustotě oček.



### Tuhost

Tuhost je síla potřebná k prodloužení např.vlákná o jednotku délky, nebo-li to je odpor materiálu proti prodloužení. Komprese vzrůstá vzájemně s růstem obvodu nohy.

Obrázek 1:



### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST I.

Experimentální část se zabývá změnou předpětí elastanové osnovy a změnou rychlostí odtahového válce na pletařském osnovním stroji RD Müller (obr.2.). Velikost předpětí elastanové osnovy se mění pomocí dvojice ozubených kol pro předpětí osnovních přízí. Výměny poměrů ozubených kol u odtahového válce ovlivňují dostavu nebo-li počet útků na 1m. Následná tažnost a elasticita pruženky závisí na poměru obou parametrů. Ale i fyziologické vlastnosti jako je omak, jsou důležité pro seřízení předchozích parametrů.

Nepodařilo se získat prostor pro experimentování u výrobce obinadel, a proto se souhlasem vedoucí bakalářské práce jsem experimenty prováděla na dostupné technice vyrábějící pružné textilie obdobné konstrukce (pruženky) ve firmě ELAS s r.o.

#### 3.1 RD pletařský stroj - Müller

##### **Celková sestava osnovního pletařské stroje:**

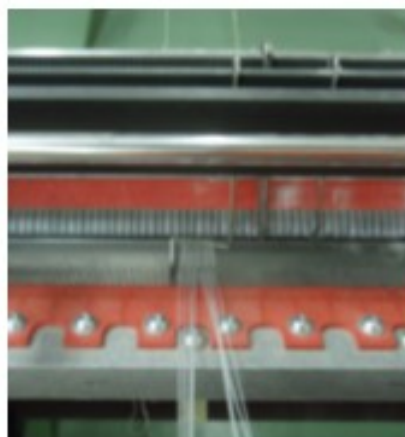
- Pracovní ústrojí: Očkovatelný mechanismus
- Ovládací prac.ústrojí: Mechanické převody (realizují pohyby pracovního ústrojí)
- Vzorovací ústrojí: Podle programu vytváří PÚ požadovaný vzor
- Přívádění osnovy: Přivádí osnovu k PÚ
- Odvádění pleteniny: Odvádí pleteninu od PÚ
- Kontrolní a hlídací zařízení
- Řídící ústrojí – centrální řízení chodu stroje
- Ostatní mechanismy
- Kostra stroje



Obr.2: *Pletařský osnovní stroj RD Müller*

### 3.1.1 Pracovní ústrojí, očkotvorný mechanismus (Obr.3)

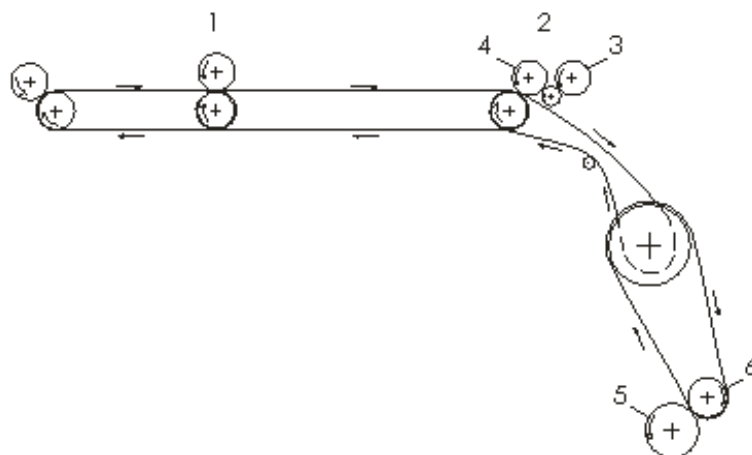
- *Jazyčkové jehly* (tvoří jehelní lůžko)
- *Platiny* (tvoří platinové lůžko, pomáhají při tvorbě řádku, funkce uzavírací a odhozová)
- *Kladelcí jehly* (jsou součástí kladelcího přístroje, přivádějí nitě osnovy k pracovním jehlám)
- *Lis* (uzavírá hlavu jehly )
- *Srážecí plech, vzorový list* (tvorba některých vazeb)
- *Srážecí drát, odhozový hřeben*, atd.



Obr.3: *Pletařský osnovní stroj RD Müller, Pracovní ústrojí*

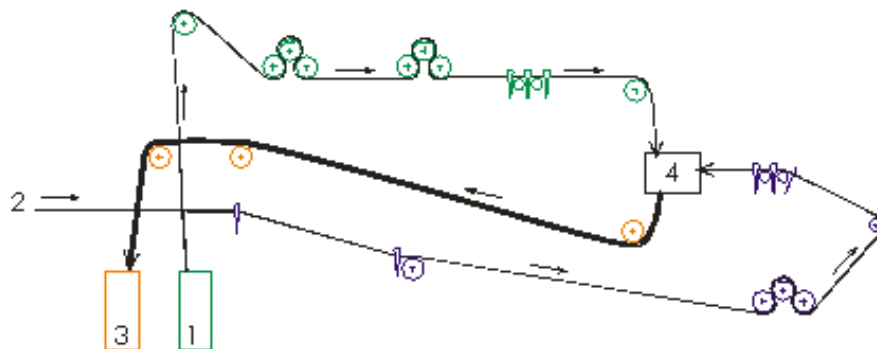
### 3.1.2 Schéma převodů ozubených kol

- 1) dvojice ozubených kol pro předpětí osnovních přízí
- 2) dvojice ozubených kol pro prodloužení osnovních přízí
- 3,4) ozubená kola pro regulaci prodloužení osnovních přízí
- 5,6) ozubená kola pro regulaci rychlosti odtahových válců



### 3.1.3 Schéma příváděcího a odváděcího ústrojí

- 1) zásobník osnovní příze (elastomer)
- 2) přívod útkových přízí (PES příze)
- 3) zásobník pro odvedený materiál (pružné obinadlo)
- 4) pracovní ústrojí



## 3.2 Popis testované pruženky

Vzorky pruženek byly vyrobeny na RD pletářském stroji Müller ve firmě ELAS s r.o. v Hrádku nad Nisou. Šíře osnovní pleteniny prokládané spodním a vrchním útkem je 21mm. Osnovu tvoří bílé nitě z elastanu, kruhového průřezu a průměru 0,5mm. Základní prodloužení elastanové nitě je 294,996%. Bílé útkové příze z PES-167/1 jednoduché a zákrutu TO, mají dostavu 9,8 útku na 1cm v maximálním napětí.

### 3.2.1 Počet útků na 1m (cm)

Pomocí odtahových válců se mění dostava. Vzorky pruženek, kde počet útků na 1m (cm) v maximálním napětí se mění, jsou vypsány v tabulce č.1. Prodloužení elastanové nitě je 294,996%.

Tabulka č.1

<i>Označení vzorku</i>	<i>Počet útku na 1m(cm)</i>
1A	9,8
1B	3,4
1C	4,5
1D	5,8
1E	7
1F	8,1
1G	11,3
1H	12,4
1I	13,8
1J	15,5
1K	20,7

### 3.2.2 Prodloužení elastanové nitě

Hodnoty prodloužení elastanové nitě, při nastavení počtu útků 9,8 na 1m (cm) a 13 otáček za 1min., jsou vypsány v tabulce č.2 .

Tabulka č.2

<i>Označení vzorku</i>	<i>Poměr napínacích válců proměnných</i>	<i>Prodloužení elastanu [%]</i>
2A	25 - 34	=2H
2B	42 - 18	-7,040
2C	38 - 24	36,996
2D	36 - 25	50,631
2E	32 - 27	83,000
2F	30 - 29	109,679
2G	27 - 32	157,077
2H	25 - 34	294,996
2I	22 - 38	374,661

Vztah pro výpočet prodloužení elastanové nitě:

$$\varepsilon [\%] = \left( \frac{v_o}{v_n} - 1 \right) * 100$$

$$v_o [\text{mm/min}] = f_o * \text{POZ}_o * d_o / 2$$

$$v_n [\text{mm/min}] = f_n * \text{POZ}_n * n_{2A-2I} * d_n / 2$$

Naměřené hodnoty:

$$d_o = 60 \text{ mm}$$

$$d_n = 50,5 \text{ mm}$$

$$f_o = 13 \text{ ot./min}$$

$$f_n = 10,94 \text{ ot./min}$$

$$\text{POZ}_o = 24/36 * 8/18$$

$$\text{POZ}_n = 24/36 * 9/20 * 9/14$$

$$v_o = 13 * 24/36 * 8/18 * 60/2 = 115,556 [\text{mm/min}]$$

$$v_n = 10,94 * 24/36 * 9/20 * 9/14 * n_{2A-2I} * 50,5/2 = 53,274 * n_{2A-2I} [\text{mm/min}]$$

### Výpočty k tabulce č.2

**2A = 2H**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 25/34} - 1 \right) * 100 = 294,996\%$$

**2B**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 42/18} - 1 \right) * 100 = -7,04\%$$

**2C**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 38/24} - 1 \right) * 100 = 36,996\%$$

**2D**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 36/25} - 1 \right) * 100 = 50,631\%$$

**2E**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 32/27} - 1 \right) * 100 = 83\%$$

**2F**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 30/29} - 1 \right) * 100 = 109,679\%$$

**2G**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 27/32} - 1 \right) * 100 = 157,077\%$$

**2I**

$$\varepsilon = \left( \frac{115,556}{53,274 * 22/38} - 1 \right) * 100 = 374,661\%$$

### **3.3 Měření prodloužení vzorků**

Maximální prodloužení pletených vzorků bylo měřeno na přístroji CE Power Supply (100-240-VAC; 50/60 Hz).

Základní nastavení přístroje:

upínací délka vzorku	10cm
zatížení	2500g
síla při	30%
rychlost	800mm/min
počet opakování	1

Počet měření na jednom druhu vzorku závisel na hodnotě směrodatné odchylky:

<i>směrodatná odchylka s</i>	<i>počet měření</i>
$s > 8$	10x
$s < 8$	5x

Výchozí parametry pruženky byly 9,8út./1cm, prodloužení elastanové nitě 83% a průměrné prodloužení pruženky 160,15%. Průměrné prodloužení všech druhů vzorků pruženek jsou uvedeny v tabulce č.3A a č.3B. Tyto hodnoty jsou na dále vykresleny v grafech č.1 pro hodnoty 1A-1K a grafu č.2 pro hodnoty 2B-2I.

Tabulka č.3A

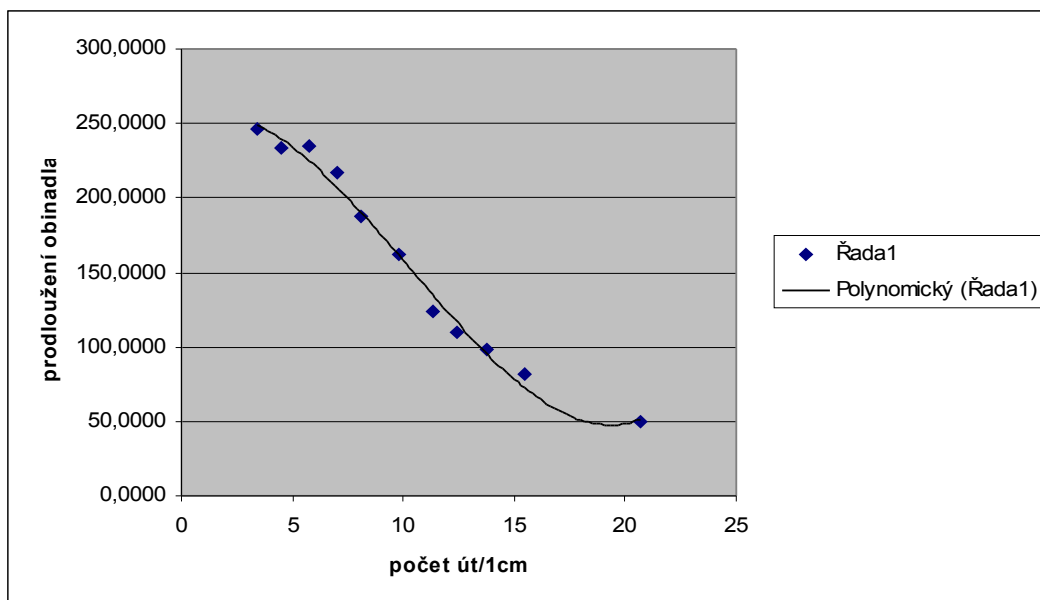
Označení vzorku	Počet útku na 1cm	Prodloužení obinadla		
		x [%]	s <sup>2</sup>	s
1B	3,4	246,05	147,22	12,13
1C	4,5	233,85	108,65	10,42
1D	5,8	235,00	186,95	13,67
1E	7	216,70	131,51	11,47
1F	8,1	187,20	9,86	3,14
1A	9,8	161,60	7,84	2,80
1G	11,3	123,20	40,06	6,33
1H	12,4	109,40	23,14	4,81
1I	13,8	98,80	16,86	4,11
1J	15,5	82,00	6,20	2,49
1K	20,7	49,20	11,06	3,33

Tabulka č.3B

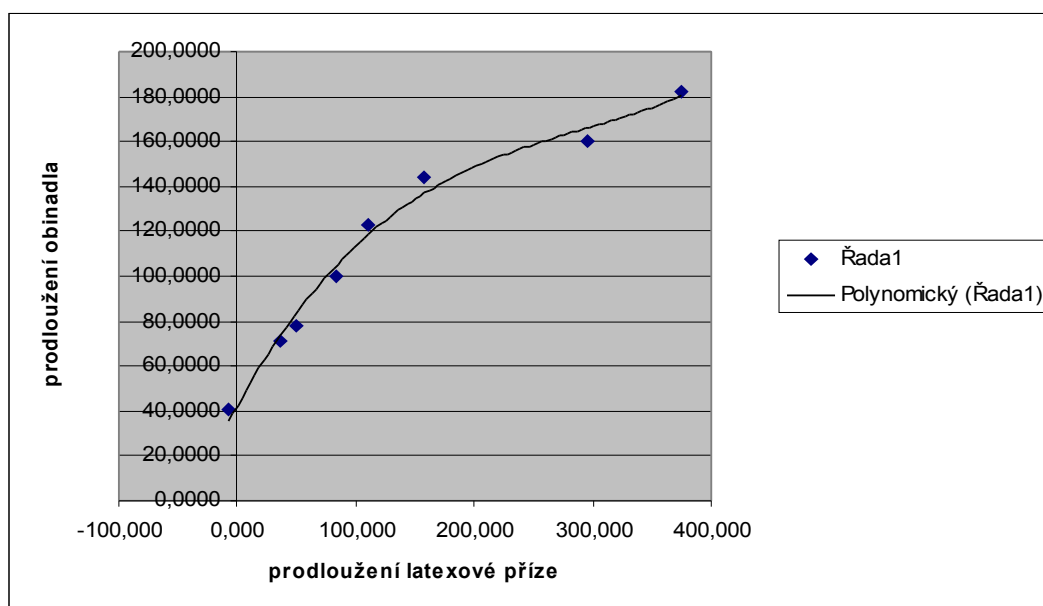


Označení vzorku	Prodloužení latex. příže [%]	Prodloužení pruženky		
		x [%]	s <sup>2</sup>	s
2A	=2H=1A			
2B	-7,040	40,50	2,10	1,45
2C	36,996	70,90	0,34	0,58
2D	50,631	78,00	14,30	3,78
2E	83,000	100,00	7,70	2,77
2F	109,679	122,85	75,80	8,71
2G	157,077	144,20	14,86	3,85
2H	294,996	160,15	32,15	5,67
2I	374,661	182,40	58,44	7,64

Graf č.1



Graf č.2



S přidáváním útků (zvyšování dostavy) klesá konečné prodloužení upleteného materiálu. Hustší dostava má vliv na konečnou elasticitu pruženky. Elasticita pruženky klesá se zvyšováním dostavy útkových přízí.

Prodloužení pruženky se zvyšuje se zvyšováním předpětí nebo-li prodloužení osnovní elasthanové nitě. Čím více je osnova prodloužena při samotném pletení, tím více v konečné fázi pruženka pruží.

### 3.4 Analýza výsledků

#### 3.4.1 Porovnání inflexního bodu na křivce napětí deformace

Křivka napětí deformace má dvě části. První křivka se zakresluje při zatížení a druhá při relaxaci měřeného vzorku. Křivka se skládá z konkávní a konvexní části. Inflexní bod leží mezi těmito dvěma částmi grafu a tvoří jejich přechod.

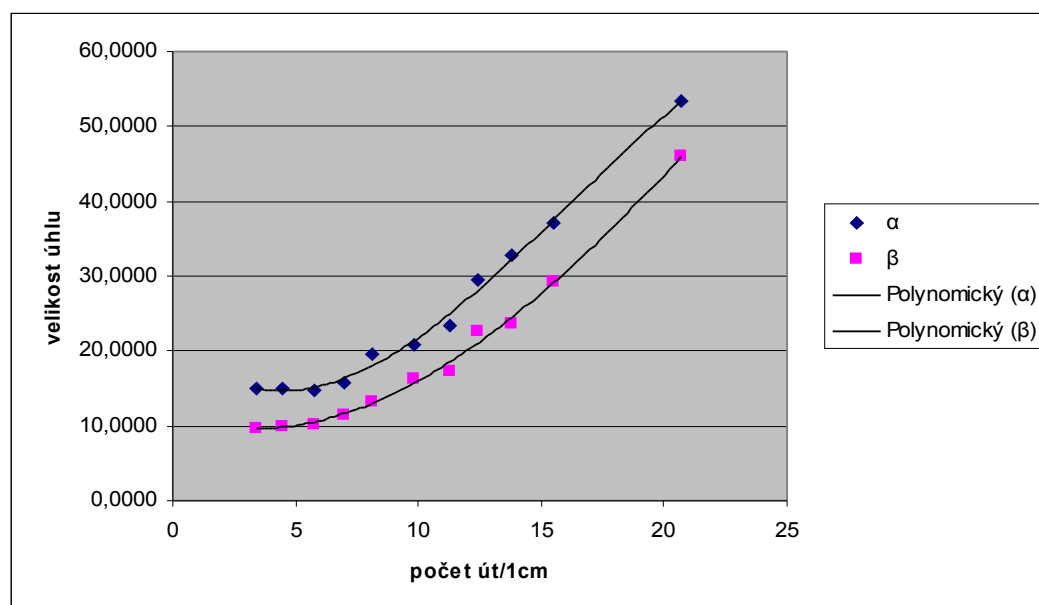
Inflexní bod byl zjišťován v oblasti zatížení 500 - 1000g. Rovnoběžka s osou prodloužení a inflexní bod na křivce zatížení svírá úhel  $\beta$  a na křivce relaxace úhel  $\alpha$ . Hodnoty všech druhů vzorků jsou vypsány v tabulce č.4. Inflexní bod předpokládá chování materiálu, čím více je úhel  $\alpha$  shodný s úhlem  $\beta$ , tím menší je deformace.

Velikost úhlu napovídá o elasticitě pruženky. Čím větší je úhel, tím menší je elasticita. Naměřená data jsou zakreslena v grafu č.3 pro hodnoty 1B - 1K a v grafu č.4 pro hodnoty 2B – 2I.

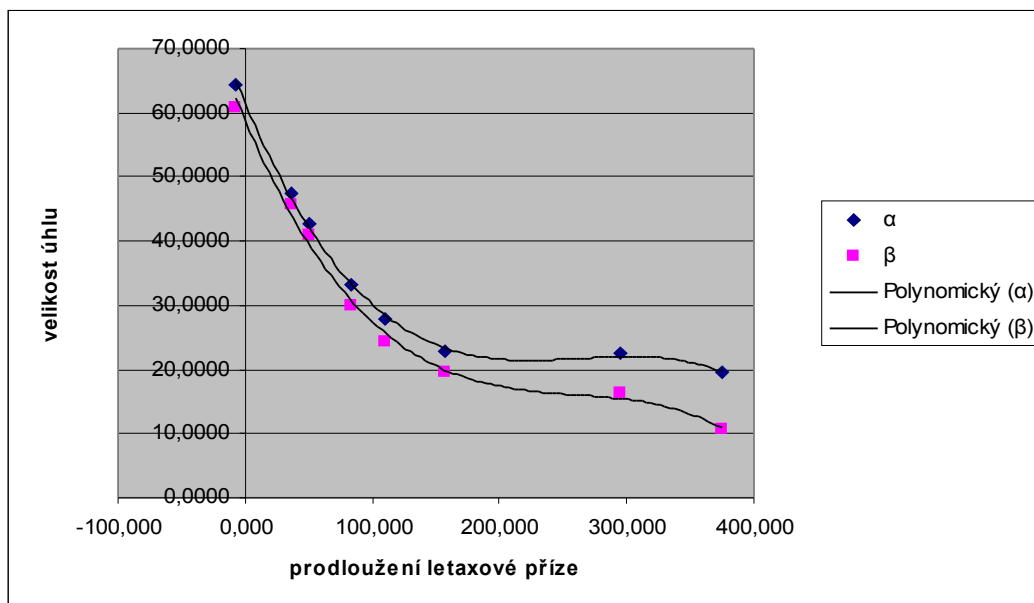
Tabulka č.4

Označení vzorku	$x [^\circ]$		$s$		rozdíl hodnot $s$ $\alpha - \beta$
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	
1B	14,9540	9,7800	0,7647	0,5176	0,2471
1C	14,8900	9,8600	0,6446	0,3144	0,3303
1D	14,8140	10,1560	0,9095	0,4357	0,4737
1E	15,8850	11,5640	1,3318	1,2116	0,1202
1F	19,4760	13,1580	1,6482	0,9808	0,6674
1A	20,7300	16,3260	0,8851	0,3416	0,5435
1G	23,3640	17,2460	4,5646	3,1551	1,4095
1H	29,4460	22,7120	0,9491	0,3940	0,5551
1I	32,7640	23,5580	0,6112	3,7108	-3,0996
1J	37,0080	29,2500	2,6652	1,2196	1,4456
1K	53,3300	45,9720	2,4297	3,3246	-0,8949
2B	64,2220	60,8380	1,7658	2,7763	-1,0105
2C	47,5980	45,8100	0,7909	0,9836	-0,1927
2D	42,6720	40,9040	3,1062	2,4362	0,6701
2E	33,2820	30,0240	2,2045	3,0475	-0,8430
2F	27,7770	24,3920	3,2758	2,6949	0,5810
2G	22,7800	19,4820	0,8525	0,8959	-0,0435
2H = 2B	22,6360	16,3170	1,8605	1,0406	0,8199
2I	19,4700	10,5860	2,4858	0,4665	2,0192

Graf č.3



Graf č.4



Nejmenší deformace, z vyhodnocení inflexního bodu, vznikají u vzorku č.1E a č.2G. Nastavení parametrů u vzorku 1E byla dostava 7út/1cm a prodloužení elastanové nitě 294,996%, kde konečné prodloužení pruženky bylo 216%. Nastavení parametrů u vzorku 2G byla dostava 9,8út/1cm a prodloužení elastanové nitě 157,077%, kde konečné prodloužení pruženky bylo 144,2%

### 3.4.2Vliv elastanu na vlastnosti

Obsah elastanu v textilních výrobcích jako jsou zdravotnické punčochy převažuje přes 25%. V ostatních výrobcích se pohybuje kolem 2-5% u tkanin, 6-22% u sportovních oděvů. Tažnost textilních výrobků je v závislosti na jejich struktuře a na podílu elastanu. Konečné vlastnosti textilních výrobků (pružnost, tažnost, komprese, tuhost, atd.) jsou i závislé na velikosti prodloužení elastanu při pletení. Díky elastanu může textilní výrobek dosáhnout až 200% tažnosti.

#### - Tažnost

Nejen způsob provázání, ale i prodloužení elastanových nití při zaplétání je velmi důležitý pro konečnou tažnost. Aby tažnost v příčném nebo podélném směru byla dostatečná, tak i tažnost elastanu musí být vyhovující. Při špatném nastavení

prodloužení elastanu, může dojít k malé tažnosti, kde se stává punčocha spíše nenositelná.

- **Komprese**

Tlak kompresní punčochy na nohu je tvořen pomocí elastanu a druhu pleteniny. Kdyby bylo prodloužení elastanu příliš vysoké, pletenina by byla příliš pružná a nedocházelo by k potřebnému tlaku na končetinu a z lékařského hlediska by to nebylo účinné.

- **Pružnost**

Pružnost závisí u pleteniny na elastické niti, vazbě, hustotě oček, atd. Měnilo by se prodloužení elastanu, pružnost pleteniny by kolísala ve vrácení se do původního stavu.

- **Tuhost**

Prodloužení elastanu při pletení následně ovlivňuje prodloužení textilie a sílu na něj potřebnou. Roste-li prodloužení elastanu, roste i prodloužení textilie. Při malém prodloužení elastanu je textilie nejpevnější.

### 3.5 Závěr

Výroba vzorků pruženek na RD stroji Müller, byly postupně pleteny se záměnami dostavy útku a následně se změnami prodloužení osnovní elasthanové nitě. Již při pletení byly vidět značné rozdíly v pletených vzorcích. Při nastavování dostavy se měnila rychlost odváděcích válců. Čím vyšší byla dostava, tím pomalejší byly otáčky odváděcích válců. Se zvyšováním počtu útků na 1m klesá následné protažení pruženky, za předpokladu, že se nemění prodloužení osnovních přízí. Po upletení vzorků, kde se měnily otáčky odváděcích válců, se pletly pruženky se změnami prodloužení elasthanu pomocí válců na předpětí osnovy. Minimálním prodloužení elasthanových nití vede k nejmenší pružnosti a prodloužení konečného výrobku. Při konstantní rychlosti odtahových válců a po zvyšování prodloužení osnovních nití, stoupalo konečné protažení pruženky.

Velká dostava vzniklá pomalým odtahem, bez žádného prodloužení osnovních přízí vede k nízké elasticitě obinadla. Inflexní bod a rovnoběžka s osou prodloužení svírají velký úhel (ostrý).

Opět velká dostava vzniklá pomalým odtahem, ale s maximálním prodloužením osnovních přízí vede k maximální elasticitě obinadla. Inflexní bod a rovnoběžka s osou prodloužení svírají malý úhel.

## **4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST II.**

V druhé experimentální části jsou pozorovány vlastnosti dvou rozdílných kompresních punčoch. Oba vzorky (A a B) mají stejnou strukturu a složení nití, ale z vizuálního hlediska jsou rozdílné. Osnovná pletenina s vazbou jednoduchého trikotu je pletena z elastanových a polyamidových nití. Měření proběhlo v klimatizované místnosti EGE Univerzity (Turecko), kde byly měřeny vlastnosti komfortu (propustnost vodních par, prodyšnost, tepelný odpor, tloušťka a tepelná jímavost) a fyzikální vlastnosti (váha, délka očka a jemnost). Cílem tohoto experimentu bylo zjistit vlastnosti obou punčoch.

### **4.1 Popis testovaných kompresních punčoch**

Pro tento experiment byly vybrány lékařské kompresní polostehení, samodržící punčochy od firmy Altex, Turecko a firmy Maxis, Česká Republika s rozdílnou strukturou, tloušťkou materiálu, jemností a barvou.

Oba typy kompresních punčoch jsou pleteny z elastanové a polyamidové nitě ve vazbě jednoduchého trikotu. Výrobci neudávají jemnost příze, ale kompresní intenzitu komprese v kPa Komprese v mmHg. Tlak prvního vzorku A od firmy Altex je 2,6 – 3,9 kPa, 20 - 30 mmHg a u vzorku B od firmy Maxis je 2,0 – 2,4 kPa, 15 – 18 mmHg.

### **4.2 Prodyšnost**

Prodyšnost je definována jako rychlost proudu vzduchu kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a dobu dle normy ČSN EN ISO 9237. [7] Měří se množství vzduchu, který prostoupí zkoušeným materiálem za jednotku času při daném tlakovém spádu (rozdíl tlaku před a za měřenou textilií). Tkaniny dostanou specifický charakter teplotních vlastností neboli pohodlí v závislosti na rychlosti proudění vzduchu skrz materiál. Měření prodyšnosti se provádí na přístroji FX3300 Air Permeability Tester III (obr.4). [5], [6]

Naměřené hodnoty prodyšnosti jsou uvedeny v tabulce č.5.

#### 4.2.1 FX3300 Air Permeability Tester III

- široká měřicí řada 1 – 10 000 l/m<sup>2</sup>/s v 20 cm<sup>2</sup>
- automatická regulace tlaku
- snadné upevnění vzorku díky upínací hlavě dlouhé 500 mm
- výstup pro data



Obrázek 4: Měřicí přístroj Air Permeability Tester III.

##### Postup měření

Pomocí upínací páky je vzorek upevněn přes zkušební hlavu přístroje a po té automaticky začne pracovat vakuové čerpadlo. Po několika sekundách je prodyšnost zobrazena na panelu v navolených jednotkách.



Tabulka č.5

	<b>A [l/m<sup>2</sup>/s]</b>		<b>B [l/m<sup>2</sup>/s]</b>	
<b>1</b>	524	574	318	303
<b>2</b>	517	532	288	280
<b>3</b>	435	511	280	253
<b>4</b>	425	453	238	226
<b>5</b>	501	501	241	186
<b>6</b>	514	499	217	161
<b>7</b>	481	496	180	150
<b>8</b>	465	476	136	141
<b>9</b>	459	463	137	149
<b>10</b>	401	383	135	144
<b>11</b>	375	383	134	149

	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>x [l/m<sup>2</sup>/s]</b>	471,27	202,09
<b>s<sup>2</sup></b>	2710,02	3861,90
<b>s</b>	52,06	62,14

Kompresní punčochy z materiálu A by měly vyvolávat v člověku, které je nosí, komfort pohodlí při nošení v teplém počasí, protože prodyšnost punčoch A je vysoká

### 4.3 Hmotnost

Hmotnost je měření gravitačního silového působení na objekt. Je to vlastnost hmoty, která vyjadřuje míru setrvačných účinků hmoty či míru gravitačních účinků. [8]  
Hmotnost vzorků o průměru 110mm byla měřena na laboratorních váhách s přesností na setiny gramu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č.6.

Tabulka č.6

	<b>A [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>B [g/m<sup>2</sup>]</b>
<b>1</b>	307	235
<b>2</b>	298	217
<b>3</b>	299	205
<b>4</b>	309	229
<b>5</b>	299	214
<b>6</b>	293	204

--	--	--

	AB	CD
<b>x</b> [g/m <sup>2</sup> ]	300,83	217,33
<b>s<sup>2</sup></b>	30,139	131,56
<b>s</b>	5,4899	11,47

## 4.4 Tepelné vlastnosti

Tepelné vlastnosti spolu s tloušťkou materiálu, která je důležitá pro měření teplotních vlastností, byly měřeny na přístroji Alambeta (obr.5). Tyto vlastnosti se řadí mezi nejdůležitější rysy textilního zboží. Patří mezi ně měrná tepelná vodivost, tepelná jímavost a tepelný odpor.

### 4.4.1 Měřicí přístroj Alambeta

Alambeta je počítačem řízený poloautomat, který vypočítá statistické údaje a obsahuje autodiagnostický program, který zabraňuje chybným operacím.



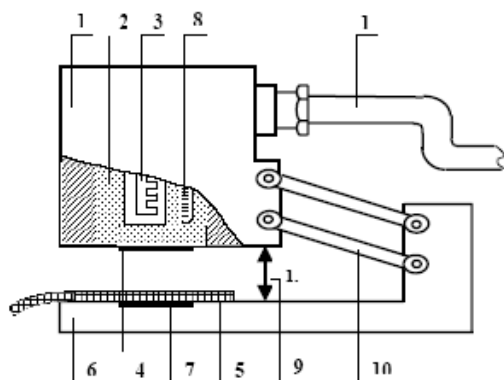
Obrázek 5: Měřicí přístroj Alambeta

#### Princip měření

Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta spočívá v průchodu tepelných toků pomocí senzoru, jehož tepelná netečnost je podobná s lidskou kůží. Po spuštění

měřicí hlavy, kdy se dotýká měřeného vzorku, se povrchová teplota vzorku mění a přístroj zaznamenává tepelný proud.

#### Schéma a popis měřicího přístroje Alambeta



1. měřicí hlavice
2. termostat
3. topné těleso
4. snímače tepelného toku
5. měřený vzorek
6. základny přístroje
7. snímač tepelného toku
8. teploměr
9. rozhraní simulující pocení

#### 4.4.2 Tloušťka materiálu

Tloušťka je důležitá část měřících teplotních vlastností například z ní je vypočítán součinitel tepelného odporu a tepelná vodivost.

#### 4.4.3 Měrná tepelná vodivost [ $\lambda$ ]

Měrná tepelná vodivost představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1K. Značka tepelné vodivosti je  $\lambda$  a výsledná hodnota se dělí  $10^3$ .

Vzorec měrné tepelné vodivosti:

$$\lambda = \frac{Q}{F \tau \Delta T / h} \left[ \frac{1}{WmK} \right]$$

#### 4.4.4 Tepelná jímavost [b]

Tepelná jímavost charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1K jednotkou plochy a jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Tepelná jímavost je bez-jednotková veličina.

Vzorec tepelné jímavosti:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$$

#### 4.4.5 Tepelný odpor [r]

Tepelný odpor nebo-li plošný odpor vedení tepla je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Tato veličina je opět bez-jednotková.

Vzorec tepelného odporu:

$$r = \frac{h}{\lambda}$$

[7]

#### 4.4.6 Naměřené hodnoty tepelných vlastností a tloušťky materiálu

Tabulka č.7

A	h[mm]	$\lambda [10^{-3}]$ [w/m <sup>2</sup> K]	b	$r [10^{-3}]$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	1,14	53,8	162	21,2
2	1,16	53,6	156	21,6
3	1,38	45,9	132	30,2
4	1,12	56,1	155	20,0
5	1,13	55,1	158	20,5
6	1,14	54,4	156	21,0
7	1,16	55,5	170	20,8
8	1,16	56,6	174	20,5
9	1,12	55,8	182	20,1
10	1,15	56,3	157	20,4

B	h[mm]	$\lambda [10^{-3}]$ [w/m <sup>2</sup> K]	b	$r [10^{-3}]$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	1,06	48,3	132	21,9
2	1,04	50,4	143	20,6
3	0,98	50,5	153	19,3
4	0,98	52,8	258	17,2
5	0,93	54,2	146	17,1
6	1,08	47,6	130	22,7
7	0,97	51,8	144	18,7
8	1,05	47,9	140	21,8
9	0,87	51,2	164	17,0
10	1,02	49,0	139	20,9

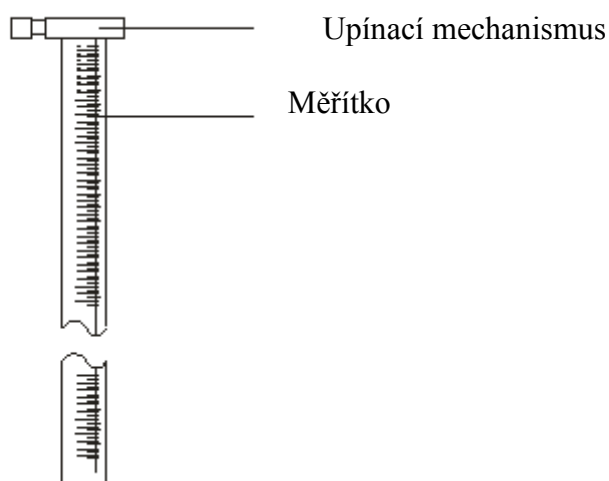
A	h[mm]	$\lambda [10^{-3}]$ [w/m <sup>2</sup> K]	b	$r [10^{-3}]$ [m <sup>2</sup> K/W]
x	1,17	54,31	160,20	21,63
s <sup>2</sup>	0,01	8,82	163,76	8,38
s	0,07	2,97	12,80	2,89

B	h[mm]	$\lambda [10^{-3}]$ [w/m <sup>2</sup> K]	b	$r [10^{-3}]$ [m <sup>2</sup> K/W]
x	1,00	50,37	154,90	19,72
s <sup>2</sup>	0,00	4,33	1267,5	4,20
s	0,06	2,08	35,60	2,05

Tepelné vlastnosti vzorku A jsou vysoké, protože mají hodnotu tloušťky vysokou. Čím vyšší je hodnota tloušťky materiálu, tím se zvyšuje i hodnota tepelného odporu podle vzorce:  $r = h/\lambda$ .

## 4.5 Délka očka

Délka očka se měřila na přístroji Hatra-like tester (Obr.6). Na testovaném materiálu se vyznačilo pole o šíři 50ti sloupců. Dále po vyparání se tato délka nitě měřila ve svislém směru při zatížení 0,01g. Jeden konec příze byl uchycen v počátku měřidla ( 0m ), a druhý konec byl zatížen. Naměřené hodnoty jsou v tabulce č.8. U vzorku A byla šíře vyznačeného pole 50ti sloupců 0,029m a u vzorku B 0,047m.



Obrázek 6: přístroj *Hatra-like tester*

Tabulka č.8

Délka očka [mm]							
elastan				polyamid			
A		B		A		B	
50 oček	1 očko	50 oček	1 očko	50 oček	1 očko	50 oček	1 očko
146	2,95	76	1,52	226	4,52	205	4,10
149	2,98	78	1,56	227	4,54	215	4,30
147	2,94	76	1,52	227	4,54	212	4,24
147	2,94	75	1,50	226	4,52	210	4,20
149	2,98	76	1,52	227	4,54	214	4,28

169	3,38	79	1,58	226	4,52	211	4,22
172	3,44	76	1,52	225	4,50	209	4,18
169	3,38	75	1,50	225	4,50	214	4,28
168	3,36	77	1,54	227	4,54	209	4,18
172	3,44	74	1,48	225	4,50	214	4,28

	elastan				polyamid			
	A		B		A		B	
	50 oček	1 očko	50 oček	1 očko	50 oček	1 očko	50 oček	1 očko
<b>x [mm]</b>	158,800	3,179	76,200	1,524	226,100	4,522	211,300	4,226
<b>s<sup>2</sup></b>	127,560	0,050	1,960	0,001	0,690	0,000	8,810	0,004
<b>s</b>	11,294	0,223	1,400	0,028	0,831	0,017	2,968	0,059

#### 4.5.1 Hustota pleteniny

Hustota pleteniny se vypočítá z poměru jemnosti [Tex] a délky očka [cm]. V našem případě můžeme hustotu pleteniny vypočítat pouze pro vzorek A, kde se dala zjistit jemnost polyamidové příze. U vzorku B to nebylo možné protože polyamidová a elastanová příze byli spředeny a výrobce tuto vlastnost neposkytuje.

Vztah pro výpočet jemnosti:  $K = \sqrt{\text{Tex}} / l$

Výpočet hustoty pleteniny:  $K = \sqrt{18/0,4522} = 9,382$

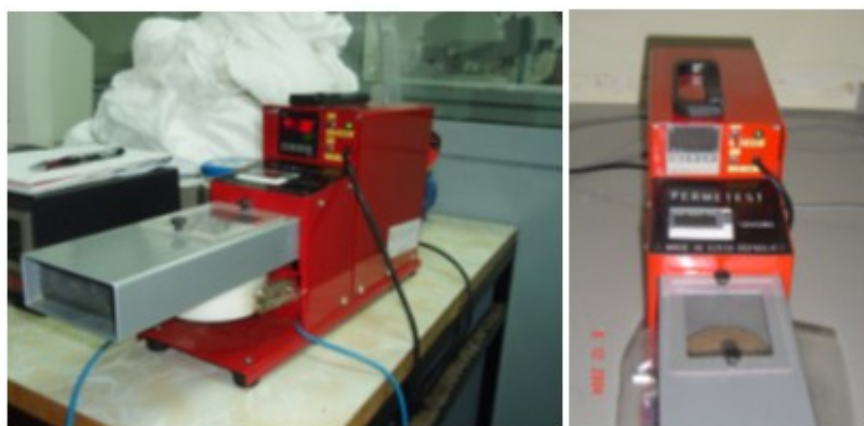
#### 4.6 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par patří mezi termofyziologické vlastnosti. Tato vlastnost má schopnost přenášet páru od těla ven, akumulované teplo v tělu může způsobit nepříjemný pocit. Relativní propustnost pro vodní páry se měří na přístroji Permetest (obr.7), který je založený na tepelném toku procházejícím povrchem tepleného modelu lidské pokožky. [6]

##### 4.6.1 Měřicí přístroj Permetest

Hlavní výhodou Permetestu je rychlé a neničivé testování textilií pro vodní páru, tepelný odpor nebo propustnost.

Mírně vypouklý pórovitý povrch je nevlhčen a vystaven aerodynamickému tunelu k vzdušnému toku při nastavené průtokové rychlosti. Zkoušený materiál je umístěn v malé vzdálenosti od vlhčené oblasti s vysokou teplenou vodivostí. Množství vypařovaného tepla je měřeno speciálním integrovaným systémem z rubu do líce punčoch a zobrazeno na panelu přístroje během několika minut. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v tabulce č.9.



Obrázek 7: Měřicí přístroj Permetest

Tabulka č.9

	Relativní propustnost vodních par [%]		Absolutní propustnost vodních par [Pa.m <sup>2</sup> / W]	
	A	B	A	B
1	40,7	38,8	4,3	5,2
2	38,6	38,8	4,8	5,3
3	42,1	41,9	4,4	5,0
4	44,1	41,3	3,9	5,0
5	42,5	42,5	4,1	4,6
6	43,3	41,4	4,0	4,9
7	40,5	38,8	4,7	5,6
8	42,5	41,9	4,3	5,0
9	42,9	38,8	4,3	5,3
10	39,0	41,4	5,2	4,8

Relativní propustnost vodních par [%]	Absolutní propustnost vodních par [Pa.m <sup>2</sup> / W]
--	--

	A	B		A	B
<b>x</b>	41,6	40,6		4,4	5,1
<b>s<sup>2</sup></b>	3,0476	2,1704		0,142	0,0741
<b>s</b>	1,7457377	1,4732277		0,3768289	0,2722132

Čím vyšší je relativní propustnost, tím komfortnější se stávají punčochy. Relativní propustnost vodních par u vzorků A je vysoká. To znamená, že snadno odvádějí pot od těla ven.

## 4.7 Závěr

Hodnota délky očka je vysoká pro vzorek punčoch A. Propustnost skrz strukturu materiálu je vysoká, díky vysoké hodnotě prodyšnosti. Vzorek může dýchat a stává se příjemnějším k našemu tělu v letním období.

Tepelný odpor u vzorku punčoch A je vysoký, protože tloušťka materiálu je také vysoká. Čím vyšší je hodnota tloušťky materiálu, tím se zvyšuje i hodnota tepelného odporu podle vztahu:  $r = h/\lambda$ . Díky vysoké hodnotě tepelné jímavosti, máme pocit při nošení těchto punčoch, že nás chladí.

Propustnost vodních par je také u vzorku A vysoká. To znamená, že tento typ punčoch dobře odvádí pot od těla ven a stává se příjemnější k našemu tělu.



## 5 ZÁVĚR

Věda postoupila tak daleko, že i kompresní lékařské punčochy mohou být nošeny bez povšimnutí okolí. Tím se myslí jejich široká škála barev, typů či délek. Ale bohužel na úkor léčebné funkce, kde je lepší použít elastická obinadla, kterými se dá docílit mnohem efektivnější komprese v potřebném místě. U kompresních punčoch dochází už při oblékání k deformacím ve struktuře pleteniny a tlak, který je dán už předem, není vždy vhodný. Ideální by bylo vyrábět punčochy na zakázku podle naměřených hodnot.

Elastan výrazně ovlivňuje vlastnosti konečného výrobku. V závislosti na nastavení parametrů (otáček odváděcích válců a předpětí osnovních přízí) výrobek dostává dostatečnou pružnost, strukturu a omak. Tlak kompresní punčochy na nohu je tvořen pomocí elastanu a druhu pleteniny. Kdyby bylo prodloužení elastanu příliš vysoké, pletenina by byla příliš pružná a nedocházelo by k potřebnému tlaku na končetinu a z lékařského hlediska by to nebylo účinné. Nejpříjemnějšími vzorky pruženek byly vzorky s velkou dostavou a však na úkor elasticity. Zde elasticita pruženky byla nejmenší.

Vysoká hodnota prodyšnosti, délky oka, teplotního odporu nebo propustnosti vodních par dodává kompresním punčochám komfort, při kterém máme pocit, že nás tyto punčochy chladí. Tento pocit je způsoben dobrou propustností tepla a potu skrz strukturu materiálu ven.

Vzorek kompresních punčoch B je příjemný na omak a z estetického hlediska lepší oproti vzorku kompresních punčoch A. Po vyhodnocení měření fyziologických vlastností obou vzorků, je naopak vzorek B nepříjemný a nekomfortní vůči vzorku A.

Je známo, že většina populace se musí neustále rozhodovat mezi kvalitou a cenou. K rozhodnutí přispívá jejich vlastní pocit, komfort, nutnost či fakta získaná z průzkumů či vědeckou cestou.

Dále by se měl vývoj komfortních punčoch vyvíjet směrem k dostupnosti punčoch pletených na míru. Aby jejich léčebná funkce nebyla zastíněna estetickým vzhledem a však zároveň na estetický vzhled nezapomínat.

## 6 VYSVĚTLIVKY

### 6.1 Vysvětlení použitých termínů

komprese = tlak (slouží i jako pevná opora svalů dolní končetiny a tím zlepšuje výkon přirozené žilní pumpy, svalů a kloubů) [2]

kompresivní léčba = kompresivní obvaz (punčocha) obepíná končetinu po celém jejím obvodu natolik pevným tlakem, že se chorobně rozšířené žíly zúží a díky tomu se žilní chlopně stávají domykavými a mohou se opět uzavírat [2]

graduovaný tlak = hodnota tlaku zdravotních punčoch je v oblasti kotníku nejvyšší a směrem vzhůru klesá [2]

skleroterapie = způsob léčby rozšířených křečových žil na dolních končetinách, kde je vstřikován roztok způsobující slepení žilních stěn a dochází k následnému uzávěru průsvitu žíly [2]

varix = křečové žíly rozšířené, uzlovité na dolních končetinách [2]

primární varixy = křečové žíly vznikající na základě dědičnosti, stárí nebo při statické zátěži, sedavém zaměstnání, nedostatkem pohybu, obezitou, graviditou [2]

sekundární varixy = vznikají při onemocnění hlubokého žilního systému [2]

lymfatické cévy = mízní cévy, které odvádějí tkáňové tekutiny zpět do krevního oběhu

mízní uzliny = fungují jako filtr odstraňující z mízy bakterie, odumřelé a abnormální buňky [3]

lymfadém = otok způsobeným tkáňovým mokem (který mízní systém není schopen odvést) [3]

primární lymfadém = je podmíněn primárními změnami na mízním systému [3]

sekundární lymfadém = má původ mimo vlastní mízní systém (např.: úraz, infekce, operace, ozáření) [3]

tromboembolická choroba = zvýšená srážlivost krve v cévním řečišti [3]

gravidita = těhotenství [8]

inflexní bod = tímto bodem se označuje přechod mezi konkávní a konvexní částí grafu

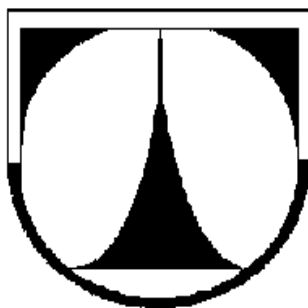
konkávní funkce = graf je zakřivený směrem dolů a rychlost růstu funkce se snižuje

konvexní funkce = graf je zakřivený směrem nahoru a rychlost růstu funkce se zvyšuje  
latex = guma v podobě příze, získaná z kaučukovníku a nebo syntetickou cestou  
elastan = nebo-li elastomer je vlákno, které lze roztáhnout na nejméně trojnásobnou délku a po uvolnění se vrátí téměř do původního stavu (rozměru)

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Horáková, Maruše: Kompresní terapie, Praha 2002
- [2] MUDr. Švestková, Sabina: Praktické rady pro pacienty, Odborný poradce 2
- [3] MUDr. Švestková, Sabina: Praktické rady pro pacienty, Odborný poradce 3
- [4] Krušinová, Anna: Tkaní elastických tkanin na tkacím stroji Müller ND. BP, TU v Liberci
- [5] Špírková, R.: Materiály pro sportovní oděvy. BP, TU v Liberci 2007
- [6] Richterová, M.: Propagace potahových textilií. BP, TU v Liberci 2008
- [7] Interní norma č 23-304-02/01, Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta, TUL
- [8] Webové stránky:
  - <http://www.zelenahvezda.cz>
  - <http://fyzika.net/view.php?cislocclanku=2005020801>
  - <http://www.ordinace.cz>
  - <http://www.ft.tul.cz/depart/ktt/default.htm>

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
**PŘÍLOHA**

**Liberec 2008**

**TEREZA PECHÁČKOVÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**KOMFORT LÉKAŘSKÝCH  
KOMPRESNÍCH PUNČOCH**

*COMFORT OF COMPRESSIVE  
MEDICAL STOCKINGS*

**Liberec 2008**

**TEREZA PECHÁČKOVÁ**

**Bakalářský studijní program:** B3107 TEXTIL

**Studijní obor:** Technologie a řízení oděvní výroby

**Autor:** Tereza Pecháčková

**Vedoucí BP:** Doc. Ing. Eliška Chrpová CSc.

**Konzultant:** Prof. Dr. Arzu Marmarali

# OSNOVA

## 1 Experiment č.I

### 1.1 Část první - změny počtu útků na 1cm

1.1.1	VZOREK 1A
1.1.2	VZOREK 1B
1.1.3	VZOREK 1C
1.1.3	VZOREK 1D
1.1.4	VZOREK 1E
1.1.5	VZOREK 1F
1.1.6	VZOREK 1G
1.1.7	VZOREK 1H
1.1.8	VZOREK 1I
1.1.9	VZOREK 1J
1.1.10	VZOREK 1K

### 1.2 Část druhá - změny prodloužení elastanové nitě v osnově

1.2.1	VZOREK 2B
1.2.2	VZOREK 2C
1.2.3	VZOREK 2D
1.2.4	VZOREK 2E
1.2.5	VZOREK 2F
1.2.6	VZOREK 2G
1.2.7	VZOREK 2H
1.2.8	VZOREK 2I

### 1.3 VZOREK elastan

## 2 Experiment č.II

### 2.1 Vzorek kompresních lékařských punčoch AB

### 2.2 Vzorek kompresních lékařských punčoch CD

Comfort properties of compression stockings

## **1 Experiment č.I**

- Vzorčky testované pruženky byly vyrobeny na RD pletařském stroji Müller ve firmě ELAS s.r.o. v Hrádku nad Nisou. Šíře osnovní pleteniny prokládané spodním a vrchním útkem je 21mm. Osnovu tvoří bílé nitě z elastomeru o kruhovém průřezu a průměru 0,5mm. Základní prodloužení elastomeru je 294,996%. Bílé útkové příze z PES-167/1 jednoduché a o zákrutu TO, jsou pleteny v základní dostavě 9,8 útku na 1cm v maximálním napětí.
- Měření prodloužení [%] u vzorků pruženek bylo provedeno na stroji CE Power Supply (100-240-VAC; 50/60 Hz) ve firmě ELAS s.r.o. v Hrádku nad Nisou, při zatížení 3000g.

### **1.1 Část první - změny počtu útků na 1cm**

Pomocí odtahových válců se mění velikost dostavy. Vzorčky pruženek, kde počet útků na 1 cm v maximálním napětí se mění, jsou vypsány v tabulce č.1. Prodloužení elastanu je 294,996%.



<i>Označení vzorku</i>	<i>Počet útku na 1cm</i>
1A	9,8
1B	3,4
1C	4,5
1D	5,8
1E	7
1F	8,1
1G	11,3
1H	12,4
1I	13,8
1J	15,5
1K	20,7

Tabulka č.1

### 1.1.1 VZOREK 1A

#### Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

#### Naměřené hodnoty:

<b>1A</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	164,5	19,26 °	16,01 °	4,945
2	163,5	20,19 °	16,47 °	6,593
3	162,5	21,12 °	16,47 °	6,593
4	161,0	21,54 °	15,87 °	6,452
5	156,5	21,54 °	16,81 °	6,452
<i>průměrná hodnota</i>	<b>161,6</b>	<b>20,73 °</b>	<b>16,326 °</b>	<b>6,207</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>2,8</b>	<b>0,885</b>	<b>0,342</b>	<b>0,634</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>2,454</b>	<b>0,776</b>	<b>0,300</b>	<b>0,556</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.2 VZOREK 1B

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 3,4
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1B</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	236,5	15,67 °	10,57 °	2,380
2	230,0	15,67 °	9,58 °	2,380
3	240,5	14,77 °	10,10 °	2,415
4	265,5	13,55 °	8,65 °	5,282
5	241,5	16,10 °	9,42 °	3,069
6	243,0	15,06 °	10,06 °	2,908
7	240,0	15,41 °	9,74 °	2,746
8	263,0	13,87 °	9,55 °	5,458
9	237,5	14,72 °	9,74 °	2,423

10	263,0	14,72 °	10,36 °	5,458
<i>průměrná hodnota</i>	<b>246,05</b>	<b>14,95 °</b>	<b>9,78 °</b>	<b>3,452</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>12,13</b>	<b>0,765</b>	<b>0,518</b>	<b>1,295</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>7,520</b>	<b>0,474</b>	<b>0,321</b>	<b>0,803</b>

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.3 VZOREK 1C

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 4,5
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1C</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	232,0	14,54 °	10,43 °	2,336
2	232,0	15,24 °	9,76 °	2,336
3	233,5	15,95 °	9,76 °	2,804
4	226,0	15,67 °	10,04 °	2,874
5	226,0	14,95 °	9,36 °	2,874
6	226,0	14,95 °	9,36 °	2,874
7	250,0	14,22 °	9,76 °	2,667
8	227,5	15,31 °	10,04 °	2,874
9	228,0	14,24 °	10,04 °	2,723

10	257,5	13,83 °	10,05 °	5,172
<i>průměrná hodnota</i>	<b>233,85</b>	<b>14,89 °</b>	<b>9,86 °</b>	<b>2,953</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>10,424</b>	<b>0,645</b>	<b>0,314</b>	<b>0,766</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>6,461</b>	<b>0,400</b>	<b>0,195</b>	<b>0,475</b>

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.3 VZOREK 1D

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 5,8
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1D</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	221,5	15,17 °	10,19 °	2,235
2	226,5	15,90 °	11,24 °	2,981
3	221,0	15,17 °	9,50 °	2,682
4	248,5	13,96 °	9,76 °	5,000
5	220,5	15,36 °	10,25 °	2,794
6	226,5	15,36 °	10,25 °	2,981
7	228,5	16,10 °	10,26 °	2,647
8	255,0	13,36 °	9,83 °	5,983
9	251,0	13,88 °	10,14 °	5,128

10	251,0	13,88 °	10,14 °	5,128
<i>průměrná hodnota</i>	<b>235,0</b>	<b>14,81 °</b>	<b>10,16 °</b>	<b>3,756</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>13,67</b>	<b>0,909</b>	<b>0,436</b>	<b>1,307</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>8,474</b>	<b>0,564</b>	<b>0,270</b>	<b>0,810</b>

Vzorek materiálu:

.....

#### 1.1.4 VZOREK 1E

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 7
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1E</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	222,0	18,22 °	14,52 °	4,444
2	212,5	17,47 °	12,62 °	0,000
3	210,0	16,00 °	10,40 °	2,676
4	209,0	13,89 °	11,63 °	2,368
5	207,5	16,18 °	11,63 °	2,089
6	209,0	16,18 °	11,63 °	2,368
7	211,5	16,25 °	10,82 °	0,000
8	240,0	14,17 °	10,16 °	6,400
9	209,0	16,17 °	11,63 °	2,368

10	236,5	14,32 °	10,60 °	5,538
<i>průměrná hodnota</i>	<b>216,7</b>	<b>15,89 °</b>	<b>11,56 °</b>	<b>2,825</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>11,468</b>	<b>1,332</b>	<b>1,212</b>	<b>1,998</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>7,108</b>	<b>0,825</b>	<b>0,751</b>	<b>1,238</b>

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.5 VZOREK 1F

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 8,1
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1F</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	185,0	21,56 °	14,33 °	1,852
2	182,5	19,40 °	13,83 °	1,728
3	190,0	16,86 °	12,20 °	2,038
4	187,5	20,83 °	13,63 °	1,508
5	191,0	10,73 °	11,80 °	1,923
<i>průměrná hodnota</i>	<b>187,20</b>	<b>19,47 °</b>	<b>13,16 °</b>	<b>1,81</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>3,14</b>	<b>1,65</b>	<b>0,98</b>	<b>0,18</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>2,752</b>	<b>1,445</b>	<b>0,860</b>	<b>0,159</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.6 VZOREK 1G

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 11,3
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1G</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	119,0	18,24 °	13,41 °	0
2	118,0	17,66 °	13,41 °	0
3	122,0	27,38 °	20,46 °	0,90
4	121,5	28,51 °	19,28 °	1,23
5	135,5	25,03 °	19,67 °	5,55
<i>průměrná hodnota</i>	<b>123,2</b>	<b>23,36 °</b>	<b>17,24 °</b>	<b>1,54</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>6,33</b>	<b>4,56</b>	<b>3,16</b>	<b>2,06</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>5,548</b>	<b>4,001</b>	<b>2,765</b>	<b>1,809</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.7 VZOREK 1H

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 12,4
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1H</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	107,0	29,49 °	23,17 °	3,5
2	106,5	29,49 °	22,52 °	0
3	107,0	29,49 °	22,52 °	3,5
4	107,5	30,72 °	23,17 °	2,1
5	119,0	28,04 °	22,18 °	3,2
<i>průměrná hodnota</i>	<b>109,4</b>	<b>29,45 °</b>	<b>22,71 °</b>	<b>2,47</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>4,81</b>	<b>0,95</b>	<b>0,39</b>	<b>1,33</b>



<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>4,216</b>	<b>0,832</b>	<b>0,345</b>	<b>1,166</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.8 VZOREK 1I

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 13,8
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1I</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	97,0	31,89 °	16,66 °	7,143
2	93,0	33,68 °	27,03 °	2,866
3	97,0	33,17 °	26,58 °	7,143
4	103,5	32,54 °	23,76 °	3,403
5	103,5	32,54 °	23,76 °	3,403
<i>průměrná hodnota</i>	<b>98,8</b>	<b>32,76 °</b>	<b>23,56 °</b>	<b>4,792</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>4,11</b>	<b>0,61</b>	<b>3,71</b>	<b>1,93</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>3,599</b>	<b>0,536</b>	<b>3,253</b>	<b>1,692</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.9 VZOREK 1J

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 15,5
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1J</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	82,5	33,88 °	27,66 °	6,944
2	80,0	35,26 °	31,07 °	5,429
3	83,5	36,61 °	28,15 °	6,000
4	78,5	41,72 °	29,62 °	4,000
5	85,5	37,57 °	29,75 °	2,866
<i>průměrná hodnota</i>	<b>82,0</b>	<b>37,01 °</b>	<b>29,25 °</b>	<b>5,048</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>2,49</b>	<b>2,67</b>	<b>1,22</b>	<b>1,45</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>2,183</b>	<b>2,336</b>	<b>1,069</b>	<b>1,271</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

### 1.1.10 VZOREK 1K

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 20,7
- prodloužení osnovních nití: 294,996%

Naměřené hodnoty:

<b>1K</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
<i>1</i>	51,5	50,48 °	41,81 °	0
<i>2</i>	49,0	56,33 °	49,18 °	0,962
<i>3</i>	47,0	50,48 °	43,42 °	0
<i>4</i>	44,5	54,12 °	44,94 °	0
<i>5</i>	54,0	55,24 °	50,48 °	5,000
<i>průměrná hodnota</i>	<b>49,2</b>	<b>53,33 °</b>	<b>45,97 °</b>	<b>1,192</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>3,33</b>	<b>2,43</b>	<b>11,05</b>	<b>1,94</b>

<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>2,915</b>	<b>2,130</b>	<b>2,914</b>	<b>1,700</b>
-----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Vzorek materiálu:

.....

## **1.2 Část druhá - změny prodloužení elastanové nitě v osnově**

Hodnoty prodloužení elastanové nitě, při nastavení počtu útků 9,8 na 1cm a 13 otáček za 1min., jsou vypsány v tabulce č.2 .

Tabulka č.2

<i>Označení vzorku</i>	<i>Poměr napínacích válců proměnných</i>	<i>Prodloužení elastanu [%]</i>
2A	25 - 34	=2H
2B	42 - 18	-7,040
2C	38 - 24	36,996
2D	36 - 25	50,631
2E	32 - 27	83,000
2F	30 - 29	109,679
2G	27 - 32	157,077
2H	25 - 34	294,996
2I	22 - 38	374,661

### 1.2.1 VZOREK 2B

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: -7,040%

Naměřené hodnoty:

<b>2B</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	39,0	64,80 °	63,95 °	2,222
2	38,5	66,40 °	63,07 °	0
3	41,5	62,15 °	57,51 °	4,444
4	41,5	62,15 °	57,51 °	4,444
5	42,0	65,61 °	62,15 °	3,333
<i>průměrná hodnota</i>	<b>40,5</b>	<b>64,22 °</b>	<b>60,84 °</b>	<b>2,889</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>1,45</b>	<b>1,77</b>	<b>2,78</b>	<b>1,66</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>1,270</b>	<b>1,548</b>	<b>2,433</b>	<b>1,457</b>

Vzorek materiálu:

.....

## 1.2.2 VZOREK 2C

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1 cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 36,996%

Naměřené hodnoty:

<b>2C</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	71,0	48,53 °	46,18 °	5,102
2	70,0	47,37 °	47,37 °	4,082
3	71,5	46,78 °	45,58 °	5,102
4	71,5	46,78 °	45,58 °	5,102
5	70,5	48,53 °	44,34 °	3,827
<i>průměrná hodnota</i>	<b>70,9</b>	<b>47,60 °</b>	<b>45,81 °</b>	<b>4,643</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>0,58</b>	<b>0,79</b>	<b>0,98</b>	<b>0,56</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>0,511</b>	<b>0,693</b>	<b>0,862</b>	<b>0,498</b>

Vzorek materiálu:

.....

### 1.2.3 VZOREK 2D

#### Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 50,631%

#### Naměřené hodnoty:

<b>2D</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	78,5	41,72 °	40,48 °	6,286
2	77,0	45,30 °	43,54 °	4,082
3	75,0	39,89 °	40,96 °	3,077
4	74,5	47,23 °	42,93 °	2,308
5	85,0	39,22 °	36,61 °	4,571
<i>průměrná hodnota</i>	<b>78,0</b>	<b>42,67 °</b>	<b>40,90 °</b>	<b>4,064</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>3,78</b>	<b>3,11</b>	<b>2,44</b>	<b>1,36</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>3,315</b>	<b>2,723</b>	<b>2,135</b>	<b>1,192</b>

#### Vzorek materiálu:

.....

#### 1.2.4 VZOREK 2E

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 83,000%

Naměřené hodnoty:

<b>2E</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	99,0	31,39 °	33,29 °	5,960
2	98,5	35,42 °	27,70 °	7,213
3	99,0	35,42 °	27,70 °	5,960
4	98,0	34,18 °	34,18 °	3,934
5	105,5	30,00 °	27,25 °	3,887
<i>průměrná hodnota</i>	<b>100,0</b>	<b>33,28 °</b>	<b>30,02 °</b>	<b>5,391</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>2,77</b>	<b>2,20</b>	<b>3,05</b>	<b>1,29</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>2,432</b>	<b>1,932</b>	<b>2,671</b>	<b>1,133</b>

Vzorek materiálu:

.....



### 1.2.5 VZOREK 2F

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 109,679%

Naměřené hodnoty:

<b>2F</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	124,0	25,48 °	21,46 °	1,653
2	123,0	25,48 °	22,62 °	1,652
3	116,5	27,44 °	25,07 °	7,438
4	112,5	29,45 °	24,48 °	2,255
5	114,5	26,75 °	25,47 °	6,875
6	117,5	27,75 °	25,40 °	9,055
7	122,0	27,38 °	21,62 °	3,279
8	121,0	28,34 °	25,92 °	1,498
9	138,0	36,32 °	30,60 °	2,747
10	139,5	23,38 °	21,28 °	5,607
<i>průměrná hodnota</i>	<b>122,85</b>	<b>27,78 °</b>	<b>24,39 °</b>	<b>4,206</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>8,71</b>	<b>3,28</b>	<b>2,69</b>	<b>2,65</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>5,396</b>	<b>2,030</b>	<b>1,670</b>	<b>1,642</b>

Vzorek materiálu:

.....

## 1.2.6 VZOREK 2G

Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 157,077%

Naměřené hodnoty:

<b>2G</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	138,0	23,67 °	20,49 °	1,843
2	143,5	23,67 °	19,95 °	0
3	144,0	21,76 °	19,70 °	6,250
4	145,5	23,00 °	19,44 °	1,951
5	150,0	21,80 °	17,83 °	0
<i>průměrná hodnota</i>	<b>144,2</b>	<b>22,78 °</b>	<b>19,48 °</b>	<b>2,009</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>3,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,90</b>	<b>2,28</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>3,379</b>	<b>0,747</b>	<b>0,785</b>	<b>2,002</b>

Vzorek materiálu:

.....

## 1.2.7 VZOREK 2H

### Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 294,996%

### Naměřené hodnoty:

<b>2H</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	158,0	24,74 °	16,61 °	0
2	157,0	21,76 °	17,12 °	0
3	158,5	22,28 °	17,64 °	1,442
4	158,0	24,74 °	16,61 °	0
5	158,0	24,74 °	16,61 °	0
6	161,0	21,35 °	15,87 °	1,613
7	159,5	21,54 °	15,87 °	1,613
8	164,0	21,59 °	14,53 °	1,648
9	152,5	24,56 °	17,66 °	1,531
10	175,0	19,06 °	14,65 °	5,848
<i>průměrná hodnota</i>	<b>160,15</b>	<b>22,64 °</b>	<b>16,32 °</b>	<b>1,370</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>5,67</b>	<b>1,86</b>	<b>1,04</b>	<b>1,67</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>3,514</b>	<b>1,153</b>	<b>0,645</b>	<b>1,033</b>

### Vzorek materiálu:

.....

## 1.2.8 VZOREK 2I

### Základní nastavení stroje:

- počet útku na 1cm: 9,8
- prodloužení elastanu: 374,661%

### Naměřené hodnoty:

<b>2I</b>	<i>prodloužení [%] pruženky</i>	$\alpha$	$\beta$	<i>trvalá deformace</i>
1	191,5	16,57 °	10,14 °	6,541
2	191,5	16,57 °	10,14 °	6,541
3	174,0	20,50 °	10,36 °	0
4	175,5	20,95 °	11,06 °	0
5	179,5	22,76 °	11,23 °	0
<i>průměrná hodnota</i>	<b>182,4</b>	<b>19,47 °</b>	<b>10,58 °</b>	<b>2,580</b>
<i>směrodatná odchylka</i>	<b>7,64</b>	<b>2,49</b>	<b>0,47</b>	<b>3,16</b>
<i>Interval spolehlivosti</i>	<b>6,701</b>	<b>2,179</b>	<b>0,409</b>	<b>2,770</b>

### Vzorek materiálu:

.....

### 1.3 VZOREK elastan

Naměřené hodnoty:

- prodloužení samotné elastanové nitě dosahuje 400%

Vzorek materiálu:

.....

## **2 Experiment č.II**

- Vzorke testovaných lékařských punčoch byly zakoupeny od firmy Maxis, Česká Republika a firmě Altex, Turecko.
- Tepelné vlastnosti, propustnost vodních par, prodyšnost a další vlastnosti s komfortem spjaté jsou charakteristické parametry pro komfort. Nejen tyto vlastnosti, ale i fyzikální jako jsou hmotnost, délka očka či jemnost příze byly měřeny v klimatizované laboratoři fakulty textilní, Ege Univerzity, Turecko. Na přístroji Alambeta se měřili tepelné vlastnosti a tloušťka materiálu, na přístroji Permetest propustnost vodních par a prodyšnost na přístroji FX3300 Air Permeability Tester III.

## **2.1 Vzorek kompresních lékařských punčoch AB**

.....

## **2.2 Vzorek kompresních lékařských punčoch CD**

.....

# **Comfort properties of compression stockings**

**Name: Tereza Pecháčková**

## **Contents**

### **COMFORT PROPERTIES OF COMPRESSION STOCKINGS**

#### **1. AIR PERMEABILITY**



- 1.1. Factors affecting of air permeability
- 1.2. Significance of Air permeability
- 1.3. Research work
- 1.4. Measuring of Air permeability
  - 1.4.1. Textest - Instruments
    - 1.4.1.1. Special features of instrument
    - 1.4.1.2. Advantages of this instrument
  - 1.4.2. Measuring of test specimens
    - 1.4.2.1. Measuring data

## **2. WIEGHT**

- 2.1. Measuring data

## **3. THERMAL PROPERTIES**

- 3.1. Alambeta instruments
  - 3.1.1. Thickness
  - 3.1.2. Thermal conductivity
  - 3.1.3. Thermal absorptivity
  - 3.1.4. Thermal resistivity
- 3.2. Measuring data

## **4. LOOP LENGTH**

- 4.1. Measuring data
- 4.2. Tightness factor

## **5. WATER VAPOR PERMEABILITY**

- 5.1. Water vapor permeability – atmosphere
- 5.2. Instruments of water vapor permeability
- 5.3. Measuring of test specimens
- 5.4. Measuring data

## **6. EVALUATION**

## **7. REFERENCES**

# **Comfort properties of compression stockings**

Comfort of compression stockings is more important for patients than for doctors. The people who have some problems with venous system wear compression

stockings. The people with greater problem with disease of venous want easy wearing, comfort and available of stockings, and stocks mainly to serve their function of medical.

Comfort is the most important property for stockings. In this study two different stocking samples produced by different companys. These companys are Altex and Maxis which are from Turkey and Maxis respectively. The comfort properties like water vapour permeability, air permeability, thermal resistance, thickness and thermal absorptivity are investigated. Also physical properties and other properties such as weight, loop length and yarn count were measured.

Both of the samples (A and B) involve elastan and poliamid yarns and structure of samples is single jersey. Companys generally don't give fineness factor of yarns. We can take fineness factor only from one sample (A). Compression values of socks are given by companys. A samples from Altex Company have compression 2,6 – 3,9 kPa, 20 - 30 mmHg and B symplex from Maxis Copany have compression 2,0 – 2,4 kPa, 15 – 18 mmHg.

## **1. AIR PERMEABILITY**

Air permeability is the rate of air flow passing perpendicularly through a known area under a prescribed air pressure differential between the two surfaces of a material.

### **1.1. Factors affecting of air permeability**

Air permeability depends on the material(s) of the yarn and on the structural parameters of the fabric. The fluid flow through textiles depends mainly on the shape arrangement and size distribution of the voids through which the fluid flows. Other critical factors affecting its permeability are the fabric thickness and the applied pressure.

In general, the relationship between the air permeability and the structural parameters of the fabric is complex. Theoretically, the calculation of the air permeability is based on the calculation of the porosity of the fabric. [1]

### **1.2. Significance of Air permaebility**

Air permeability of fabrics is significant. Depending on the air flow rate through the fabric under a given pressure drop, textile fabrics get their specific character in terms of thermal properties, or more globally in terms of comfort. Comfort of the textiles is a complex property affecting intensively the acceptance and the performance of the final product. [1]

### **1.3. Research work**

The prediction of the air permeability of fabrics becomes of high interest, reflecting on the performance of the end products and the cost of the production procedure. Textile fabrics are complex materials and their structure is porous. The discussion about the air permeability of the textile fabrics deals mainly with the airflow perpendicular to their respective neutral level or the actual level formed by the warp and weft yarns.

Fluid permeability is a complicated physical phenomenon. Thus, the precise definition is difficult. For that reason the existing research work on the air permeability is limited mainly on fabrics made of monofilament. [1]

### **1.4. Measuring of Air permeability**

#### **1.4.1. Textest - Instruments**

Air permeability values were measured on - FX3300 Air Permeability Tester III [Figure 1].



Figure 1: *FX3300 Air Permeability Tester III.*

#### **1.4.1.1. Special features of instrument**

- Wide measuring range of approx. 1 - 10,000 l/m<sup>2</sup>/s at 20 cm<sup>2</sup> test area (0.1 - 1,300 cfm at 38 cm<sup>2</sup> test area).
- Works in accordance with all known test standards.
- Automatic test pressure control.
- Fast and simple sample clamping.
- Quiet operation, perfectly suitable for laboratory use.
- Mobile instrument, can also be used directly in the production area.
- Data port, for example for the Strip Printer L 5130 MINIPRINT or a PC with the program L 5110 LABODATA III.
- Calibratable.

#### **1.4.1.2. Advantages of this instrument**

High stability, precision pressure sensors provide for an excellent measuring accuracy and reproducibility of the test results. The proper function and calibration of the instrument can be checked in a matter of seconds by means of a calibration check plate. The long, free projection of the clamping arm of 50 cm (20") allows the operator to take measurements from large samples without having to cut small test specimens.

The instrument is not only suitable for laboratory use, but it is mobile and small enough to also be used directly in the production area. Operation of the instrument is extremely simple, so it can be operated without problem, even by inexperienced personnel.

The instrument can be equipped with a RS 232 data port for data output and remote control. [2]

#### **1.4.2. Measuring of test specimens**

The test specimen is loaded to the instrument by simply pressing down a clamping arm. The specimen is clamped over the test head opening by pressing down the clamping arm which automatically starts the vacuum pump. The pre-selected test pressure is automatically controlled, and after a few seconds the air permeability of the test specimen is digitally displayed in the preselected unit of measure [2]. 22 measurements were taken.

#### 1.4.2.1. Measuring data

	A [l/m <sup>2</sup> /s]		B [l/m <sup>2</sup> /s]	
1	524	574	318	303
2	517	532	288	280
3	435	511	280	253
4	425	453	238	226
5	501	501	241	186
6	514	499	217	161
7	481	496	180	150
8	465	476	136	141
9	459	463	137	149
10	401	383	135	144
11	375	383	134	149

	A	B
x [l/m <sup>2</sup> /s]	471,27	202,09
s <sup>2</sup>	2710,02	3861,90
s	52,06	62,14

## 2. WEIGHT

Weight is a measurement of the gravitational force acting on an object. Near the surface of the Earth, the acceleration due to gravity is approximately constant; this means that an object's weight is roughly proportional to its mass.

Weight was measured on laboratory digital weight instruments [Figure 2]. Measuring data are digitally displayed in the unit of measure g/m<sup>2</sup>. [3] Six measurements were taken.



Figure 2: *Weight machine*

### 2.1. Measuring data

	A [g/m <sup>2</sup> ]	B [g/m <sup>2</sup> ]
1	307	235
2	298	217
3	299	205
4	309	229
5	299	214
6	293	204

	AB	CD
x [g/m <sup>2</sup> ]	300,83	217,33
s <sup>2</sup>	30,139	131,56
s	5,4899	11,47

## 3. THERMAL PROPERTIES

Thermal properties were measured on Alambeta instrument [Figure 3]. Thermal properties are among the most important features of textiles. Most of the studies have been devoted to measuring static thermal properties such as thermal conductivity, thermal resistance, and thermal diffusion.

Thermal conductivity is the [property](#) of a material that indicates its ability to conduct [heat](#). It is the quantity of heat that passes in unit time through a plate of particular area and thickness when its opposite faces differ in temperature by one degree.

Thermal resistance is a very important parameter from the point of view of thermal insulation, and is proportional to the fabric structure. Thermal resistance is a measure of the fabric ability to prevent heat from flowing through it. Due to increase in thickness, we can observe the increase of thermal insulation, and in the same way the decrease of heat losses for the space insulated by the textile.

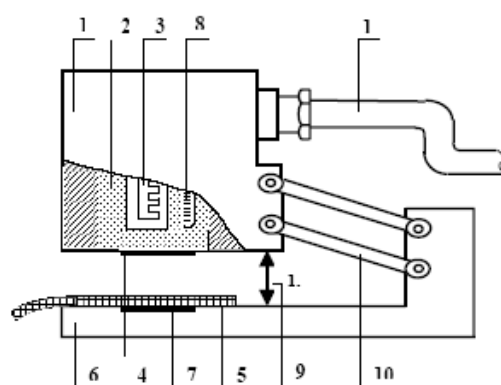
The thermal absorptivity is as a measure of the ‘warm-cool feeling’ of textiles. This property tells us whether a user feels ‘warm’ or ‘cool’ upon the first brief contact of the fabric with the human skin. [4]



Figure 3: *Alambeta instrument with computer*

### 3.1. Alambeta instrument

The principle of this instrument depends on the application of a direct ultra-thin heat flow sensor, which is attached to a metal block with constant temperature which differs from the sample temperature. The heat flow passing between the textile samples and the measuring head during thermal contact is measured by a special thin sensor, whose thermal inertia is similar to that of human skin. When the measurement starts, the measuring head containing the mentioned heat flow sensor drops down and touches the measured sample, which is located on the instrument base under the measuring head. At this moment, the surface temperature of the sample suddenly changes (i.e. the boundary condition of first order is worked out), and the instrument computer registers the heat flow course. Imultaneously, the sample thickness is measured. The simplified scheme of the instrument is shown in [Figure 4]. [5]



1. measuring head
2. copper block
3. electric heater
4. heat flow sensor
5. measured sample
6. instrument base
7. head lifting mechanism
8. resistance thermometer
9. wetted textile interface  
simulating sweat  
discharge

Figure 4: *Principle of Alambeta*

### 3.1.1. Thickness [h]

Alambeta instrument also measures thickness of fabric, because thickness is important part of measuring thermal properties. Thermal resistivity is calculated from thickness [h] and thermal conductivity [ $\lambda$ ] (Equation 3).

### 3.1.2. Thermal conductivity [ $\lambda$ ]

Thermal conductivity is warmth, which it flow through during one length and one time. Than it create temperature difference 1K (Equation1). The temperature increase influences the thermal conductivity decrease. The high  $\lambda$  value materials are indicated as conductors and the low  $\lambda$  value materials are indicated as insulators.

Equation 1: 
$$\lambda = \frac{Q}{F \tau \Delta T / h} \left[ \frac{1}{WmK} \right]$$

$Q$  - amount of conducted heat

$F$  - area through which the heat is conducted

$\tau$  - time of heat conducting

$\Delta T$  - drop of temperature

$h$  - fabric thickness

[6]

### 3.1.3. Thermal absorptivity [b]

Thermal absorptivity is warmth, which flow through in different temperature 1K. Thus derived thermal absorptivity  $b$  [ $Ws^{1/2}/m^2K$ ] is given by the following relation (Equation 2):

Equation 2: 
$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$$

$\lambda$  - thermal conductivity

$\rho$  - fabric density

$c$  - the specific heat of the fabric



The thermal absorptivity ( $b$ ) and peak heat flow ( $q_{\max}$ ) values depend on the thermal capacity and conductivity of the fabric and on the contact area of the skin and surface. The surface character of the fabric greatly influences this sensation. A rough fabric surface reduces the area of contact appreciably, and a smoother surface increases the area of contact and the heat flow, thereby creating a cooler feeling. [6]

#### 3.1.4. Thermal resistivity [ $r$ ]

Rathio between thikness and thermal conductivity give thermal resistivity. Thus derived thermal resistivity [ $r$ ] is given by the following relation (Equation 3):

Equation 3: 
$$r = \frac{h}{\lambda}$$

$h$  - fabric thickness

$\lambda$  - thermal conductivity

The high  $r$  value or/and the low  $\lambda$  value of material have great importance to thermal insulation. [7]

#### 3.2. Measuring data

<b>A</b>	<b>h[mm]</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>10^{-3}</math>] [w/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>b</b>	<b>r [<math>10^{-3}</math>] [m<sup>2</sup>K/W]</b>
1	1,14	53,8	162	21,2
2	1,16	53,6	156	21,6
3	1,38	45,9	132	30,2
4	1,12	56,1	155	20,0
5	1,13	55,1	158	20,5
6	1,14	54,4	156	21,0
7	1,16	55,5	170	20,8
8	1,16	56,6	174	20,5
9	1,12	55,8	182	20,1
10	1,15	56,3	157	20,4

<b>B</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>10^{-3}</math>] [w/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>b</b>	<b>r [<math>10^{-3}</math>] [m<sup>2</sup>K/W]</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>10^{-3}</math>] [w/m<sup>2</sup>K]</b>
1	1,06	48,3	132	21,9
2	1,04	50,4	143	20,6
3	0,98	50,5	153	19,3
4	0,98	52,8	258	17,2
5	0,93	54,2	146	17,1
6	1,08	47,6	130	22,7
7	0,97	51,8	144	18,7
8	1,05	47,9	140	21,8
9	0,87	51,2	164	17,0
10	1,02	49,0	139	20,9

<b>A</b>	<b>h</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>10^{-3}</math>]</b>	<b>b</b>	<b>r [<math>10^{-3}</math>]</b>
----------	----------	--	----------	---------------------------------

<b>B</b>	<b>h [mm]</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>10^{-3}</math>]</b>	<b>b</b>	<b>r [<math>10^{-3}</math>]</b>
----------	---------------	--	----------	---------------------------------

	[mm]	[w/m <sup>2</sup> K]		[m <sup>2</sup> K/W]
<b>x</b>	1,17	54,31	160,20	21,63
<b>s<sup>2</sup></b>	0,01	8,82	163,76	8,38
<b>s</b>	0,07	2,97	12,80	2,89

		[w/m <sup>2</sup> K]		[m <sup>2</sup> K/W]
<b>x</b>	1,00	50,37	154,90	19,72
<b>s<sup>2</sup></b>	0,00	4,33	1267,5	4,20
<b>s</b>	0,06	2,08	35,60	2,05

#### 4. LOOP LENGTH

Loop length is the length of one loop. To calculate the loop length values the length of ten unrowed courses, each of which contained fifty wales, were measured on Hatra-like tester by putting a 10g weight on the underside [Figure 5].

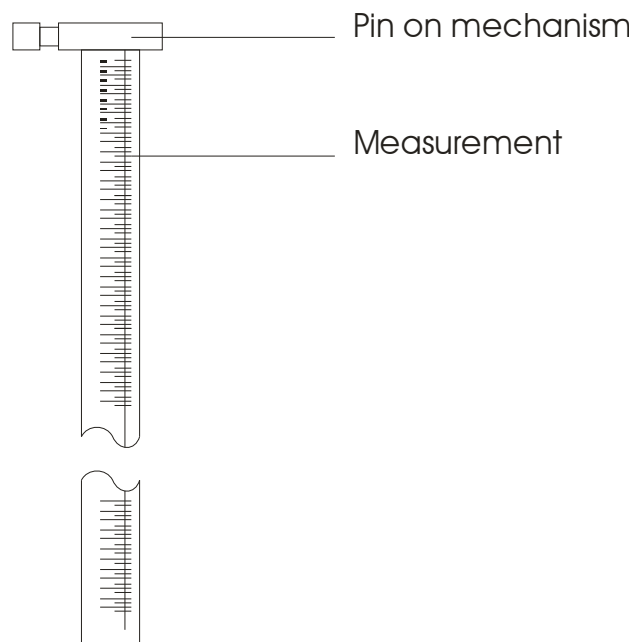


Figure 5: *Hatra-like tester*

##### 4.1. Measuring data

Loop length [mm]							
elastan				poliamid			
A		B		A		B	
50 loops	1 loop	50 loops	1 loop	50 loops	1 loop	50 loops	1 loop
146	2,95	76	1,52	226	4,52	205	4,10
149	2,98	78	1,56	227	4,54	215	4,30
147	2,94	76	1,52	227	4,54	212	4,24
147	2,94	75	1,50	226	4,52	210	4,20

149	2,98	76	1,52	227	4,54	214	4,28
169	3,38	79	1,58	226	4,52	211	4,22
172	3,44	76	1,52	225	4,50	209	4,18
169	3,38	75	1,50	225	4,50	214	4,28
168	3,36	77	1,54	227	4,54	209	4,18
172	3,44	74	1,48	225	4,50	214	4,28

	elastan				poliamid			
	A		B		A		B	
	<i>50 loops</i>	<i>1 loop</i>	<i>50 loops</i>	<i>1 loop</i>	<i>50 loops</i>	<i>1 loop</i>	<i>50 loops</i>	<i>1 loop</i>
<b>x</b>	158,800	3,179	76,200	1,524	226,100	4,522	211,300	4,226
<b>s<sup>2</sup></b>	127,560	0,050	1,960	0,001	0,690	0,000	8,810	0,004
<b>s</b>	11,294	0,223	1,400	0,028	0,831	0,017	2,968	0,059

#### 4.2. Tightness factor

- Tightness factor is given by the following relation (Equation 4):

Equation 4: 
$$K = \sqrt{\text{Tex} / l}$$

Tightness factor could be calculated only for A sample. Because the yarn count of B sample is not known.

The yarn count of A samples is 18 Tex and the loop-length is 0,4522 cm. So the tightness factor of A samples is 9,38 (Equation 5).

Equation 5: 
$$K = \sqrt{18 / 0,4522} = 9,38$$

#### 5. WATER VAPOR PERMEABILITY (WVP)

Water vapour permeability is the ability to transmit vapour from the body. If the moisture resistance is too high to transit heat, by the transport of mass and at the same time the thermal resistance of the textile layers considered by us is high, the stored heat in the body cannot be dissipated and causes an uncomfortable sensation.

This property is measured on Permetest instruments [Figure 6]. [8]

### 5.1. Water vapor permeability - atmosphere

The instrument is in the air-conditioned cabinet. A plastic desiccator's cabinet equipped with a fan capable of operating at variable speeds was placed into a controlled temperature and humidity room at  $50 \pm 2\%$  RH and  $25 \pm 0.5$  °C. A digital hygrometer and thermometer was also placed inside the cabinet to monitor the relative humidity and temperature more precisely. The fan is needed for prevent stagnant air layer formation outside test cups and to achieve uniform relative humidity throughout the cabinet. [9]

### 5.2. Instrument of water vapor permeability

The main advantage of Permetest instrument [Figure 6] is the fast and non-destructive testing of water-vapour and thermal resistance / permeability of textile fabric.

Slightly curved porous surface is moistened (either continuously or on demand) and exposed in a wind channel to parallel air flow of adjustable velocity. A tested sample is located in a small distance from the wetted area of diameter about 80 mm and characterized by high thermal conductivity. The amount of evaporation heat of liquid water taken away from the active porous surface is measured by a special integrated system. Thus, very low time constant of the whole system was achieved, resulting in short measurement time – full signal is registered within several minutes. [9]

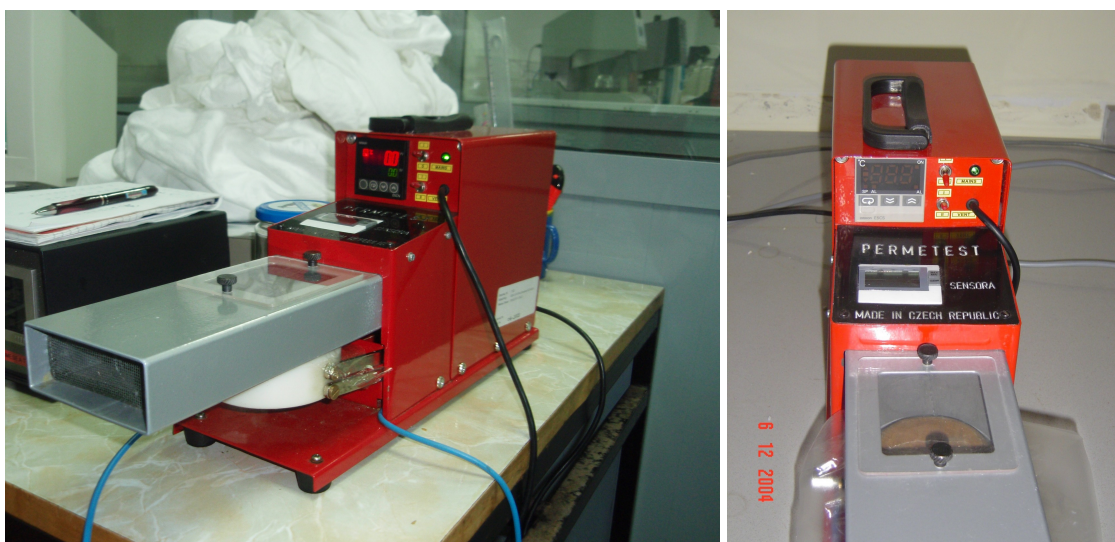


Figure 6: *Permetest instrument*

### 5.3. Measuring of test specimens

The cellophane was mounted over special cup with liquid sealed with O-rings and we give distilled water. Then we have to wait steady state conditions for Permetest instrument. Next we can start measuring.

We do the measurements in two steps: first we do measurement without sample ( $q_0$ ) and then measure with sample ( $q_1$ ). For calculate the relative water vapor permeability we use following equation (Equation 3):

Equation 3:  $\%WVP = q_1 / q_0 \times 100$

### 5.4. Measuring data

	Relative Water Vapour Permeability [%]			Absolute Water Vapour Permeability [Pa.m <sup>2</sup> / W]	
	A	B		A	B
1	40,7	38,8		4,3	5,2
2	38,6	38,8		4,8	5,3
3	42,1	41,9		4,4	5,0
4	44,1	41,3		3,9	5,0
5	42,5	42,5		4,1	4,6
6	43,3	41,4		4,0	4,9
7	40,5	38,8		4,7	5,6
8	42,5	41,9		4,3	5,0
9	42,9	38,8		4,3	5,3
10	39,0	41,4		5,2	4,8

	Relative Water Vapour Permeability [%]			Absolute Water Vapour Permeability [Pa.m <sup>2</sup> / W]	
	A	B		A	B
x	41,6	40,6		4,4	5,1
s <sup>2</sup>	3,0476	2,1704		0,142	0,0741
s	1,7457377	1,4732277		0,3768289	0,2722132

## 6. EVALUATION

	AIR PERMEABILITY [l/m <sup>2</sup> /s]	WEIGHT [g/m <sup>2</sup> ]	THICKNESS	THERMAL PROPERTIES		
			h [mm]	$\lambda$ [10 <sup>-3</sup> ] [w/m <sup>2</sup> K]	b	r [10 <sup>-3</sup> ] [m <sup>2</sup> K/W]
<b>A</b>	471,27	300,83	1,17	54,31	160,2	22
<b>B</b>	202,09	217,33	1,00	50,37	154,9	20

	Loop lenght		Relative Water Vapour Permeability [%]	Absolute Water Vapour Permeability [Pa.m <sup>2</sup> / W]
	elastan	poliamid		
<b>A</b>	3,179	4,522	41,6	4,4
<b>B</b>	1,524	4,226	40,6	5,1

Compression stockings were choosen from Altex Company, Turkey and Maxis Company, Czech Republic for this experiment.

Loop length value is high for A sock. Therefore permeability properties of structure are high. Because of higher air permeability value, A sample is breathable and it will give more comfortable feelings to our body in summer days.

The thermal resistant value of A sample is high. This situation can be explained by high thickness values ( $r = h/\lambda$ ; where: h: fabric thickness,  $\lambda$ : thermal conductivity). We have a cool feeling with A sample on our body, because of high thermal absorptivity values.

Water vapour permeability of A sample is high and it transports sweat from the body to the environment easily. Therefore A stocking will give more comfortable feeling.

## **7. REFERENCES**

- [1] [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TWS-4MNR0M26&\\_user=691224&\\_coverDate=06%2F30%2F2007&\\_alid=734744782&\\_rdoc=92&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5570&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=1122&\\_acct=C000038618&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=691224&md5=a8debc9be4141d04e5b8bb9e166f5a05](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TWS-4MNR0M26&_user=691224&_coverDate=06%2F30%2F2007&_alid=734744782&_rdoc=92&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5570&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=1122&_acct=C000038618&_version=1&_urlVersion=0&_userid=691224&md5=a8debc9be4141d04e5b8bb9e166f5a05)
- [2] <http://www.aticorporation.com/fx3300.pdf>
- [3] <http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1ha>
- [4] [http://www.fibtex.lodz.pl/60\\_14\\_55.pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/60_14_55.pdf)
- [5] <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0580110204.pdf>
- [6] [http://www.fibtex.lodz.pl/39\\_08\\_40.pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/39_08_40.pdf)
- [7] [http://centrum.vslib.cz/centrum/centrum/2Pristroje/2.5\\_normy/%5B2.5.2%5D.pdf](http://centrum.vslib.cz/centrum/centrum/2Pristroje/2.5_normy/%5B2.5.2%5D.pdf)
- [8] [http://www.fibtex.lodz.pl/64\\_26\\_94.pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/64_26_94.pdf)
- [9] <http://www.iop.org/EJ/abstract/0957-0233/14/8/328/>